

PANORAMA

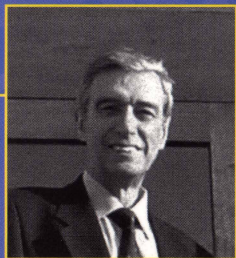
AGUSTÍN UDÍAS VALLINA

Ciencia, y religión

Dos visiones del mundo


SALTERRAE

2.^a EDICIÓN



AGUSTÍN UDÍAS VALLINA, jesuita, catedrático emérito de geofísica de la Universidad Complutense de Madrid y miembro de la Academia Europea, es autor de *Principles of Seismology* (Cambridge University Press, 1999); y ha publicado: *Fundamentos de Geofísica* (en colaboración con J. Mezcua, 2ª ed. Alianza, Madrid 1997); *Historia de la Física. De Arquímedes a Einstein* (Síntesis, Madrid 2004); *El universo, la ciencia y Dios* (PPC, Madrid 2001) y *Searching the Heavens and the Earth: The History of Jesuit Observatories* (Kluwer, Dordrecht 2003). Desde 2001 imparte un curso sobre Ciencia y Religión en la Facultad de Ciencias Físicas. Y desde su experiencia como religioso, científico y profesor universitario, ofrece sus reflexiones sobre el apasionante tema de las relaciones entre ciencia y religión.

Ciencia y religión

AGUSTÍN UDÍAS VALLINA

Ciencia y religión

Dos visiones del mundo

2.^a edición

Editorial SAL TERRAE
Santander – 2010

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley,
cualquier forma de reproducción, distribución,
comunicación pública y transformación de esta obra
sin contar con la autorización
de los titulares de la propiedad intelectual.
La infracción de los derechos mencionada
puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual
(arts. 270 y s. del Código Penal).

Imprimatur:

X Vicente Jiménez Zamora
Obispo de Santander
19-11-2009

© 2010 by Editorial Sal Terrae
Polígono de Raos, Parcela 14-I
39600 Maliaño (Cantabria)
Tfno.: 942 369 198 / Fax: 942 369 201
salterrae@salterrae.es / www.salterrae.es

Diseño de cubierta:
María Pérez-Aguilera
mariap.aguilera@gmail.com

Con las debidas licencias
Impreso en España. Printed in Spain
ISBN: 978-84-293-1847-0
Dep. Legal: SA-928-2009

Impresión y encuadernación:
Gráficas Calima – Santander
www.graficascalima.com

ÍNDICE

1.	Introducción: la ciencia y la religión	13
1.1.	Dos visiones del mundo	13
1.2.	Tres enfoques	16
1.3.	Presupuestos de interacción	18
1.4.	Ciencia y tecnología	20
1.5.	Características de la ciencia	23
1.6.	Clasificación de las ciencias	25
1.7.	Religión y teología	26
1.8.	Grados de religiosidad	28
1.9.	Las grandes tradiciones religiosas	32
1.10.	La magia	40
1.11.	Algunas consideraciones preliminares	41
2.	Conocimiento científico y conocimiento religioso ..	45
2.1.	La filosofía, un terreno intermedio	45
2.2.	Filosofía de la ciencia: de Aristóteles a Kant	47
2.3.	Positivismo	51
2.4.	Nuevos desarrollos	55
2.5.	Observaciones y teorías	57
2.6.	Teorías científicas y mundo físico	62
2.7.	Religión y filosofía	66
2.8.	Fe y experiencia religiosa	70
2.9.	Símbolos y ritos	75
2.10.	Diferencias y semejanzas	78
2.11.	Ciencia y teología	81

3.	Relaciones entre ciencia y religión	85
3.1.	Ciencia e ideología	85
3.2.	Relaciones entre ciencia y religión: ¿compatibles o incompatibles?	88
3.3.	Actitudes generadoras de conflicto	93
3.4.	Autonomía e independencia	96
3.5.	Diálogo	100
3.6.	Complementariedad	104
3.7.	Integración	106
3.8.	Del conocimiento de la naturaleza al de Dios	107
3.9.	De la fe religiosa al conocimiento de la naturaleza y de la ciencia	116
3.10.	Haciendo balance	120
4.	Materialismo científico	123
4.1.	Una mirada a la historia	123
4.2.	Materialismo, naturalismo y reduccionismo	127
4.3.	Determinismo e indeterminismo	135
4.4.	Naturaleza de la materia	140
4.5.	Mente y cerebro	147
4.6.	Incompletitud de la ciencia	153
4.7.	La dimensión espiritual	156
5.	Ciencia y fe cristiana.	
	Santos Padres y Edad Media	161
5.1.	Una cuestión previa	161
5.2.	Interacción entre fe cristiana y la filosofía y ciencia griega	165
5.3.	Comentarios al Génesis	167
5.4.	Primeras obras científicas de autores eclesiásticos ...	174
5.5.	Creación de escuelas y universidades	178
5.6.	Relación entre teología y filosofía	180
5.7.	Autonomía de la filosofía natural	186
5.8.	Imagen medieval del universo	189

6.	El nacimiento de la ciencia moderna.	
	El caso Galileo	193
6.1.	El comienzo de la Edad Moderna. La nueva ciencia .	193
6.2.	Una nueva cosmología. Nicolás Copérnico	195
6.3.	Primeras reacciones desde el campo religioso	199
6.4.	Galileo, la lucha a favor del heliocentrismo	204
6.5.	La introducción en el Índice del libro de Copérnico .	206
6.6.	La condena de Galileo	209
6.7.	La aceptación del heliocentrismo y la rehabilitación de Galileo	213
6.8.	Las iglesias anglicana y católica y la ciencia moderna	216
7.	Cosmología y creación. Origen del universo	225
7.1.	Del universo mágico al universo mecanicista	225
7.2.	El universo evolutivo	234
7.3.	Los descubrimientos de las observaciones astronómicas	237
7.4.	El modelo standard del <i>big-bang</i>	239
7.5.	Cuestiones cosmológicas	244
7.6.	Relaciones entre el mundo y la divinidad: tradiciones orientales	247
7.7.	El mundo creado: tradición judeo-cristiana	251
7.8.	Creación y cosmología moderna	255
8.	Darwin y la teoría de la evolución	263
8.1.	Ilustración y Revolución Industrial	263
8.2.	Edad y formación de la tierra. Inicios de la geología .	265
8.3.	Las especies biológicas	271
8.4.	Charles Darwin	273
8.5.	Interpretación materialista de la evolución	280
8.6.	Evolución y cristianismo	282
8.7.	Los papas y la evolución	287
8.8.	Creacionismo y diseño inteligente	291

9.	El origen de la vida y del hombre	295
9.1.	El camino a la complejidad	295
9.2.	De la materia inerte a la vida	297
9.3.	Evolución de la vida	301
9.4.	Los mecanismos de la evolución	303
9.5.	Puntos de reflexión	307
9.6.	Evolucionismo y religión	310
9.7.	Origen y evolución del hombre	315
9.8.	El hombre, fruto de la evolución e imagen de Dios ..	317
9.9.	Una visión cristiana de la evolución: Pierre Teilhard de Chardin	321
10.	Los científicos modernos y la pregunta sobre Dios	329
10.1.	¿Son creyentes los científicos?	329
10.2.	¿Qué dicen las estadísticas?	334
10.3.	Una mirada a la historia	336
10.4.	Física cuántica y religión	338
10.5.	Einstein y la religión cósmica	343
10.6.	Científicos agnósticos y ateos	345
10.7.	La eterna búsqueda de Dios	348
11.	Ciencia y ética	353
11.1.	El problema ético	353
11.2.	Fundamentos de la ética	356
11.3.	Relación entre ciencia y ética	359
11.4.	Ética interna de la ciencia	360
11.5.	Ética externa. Ciencia y valores humanos	366
11.6.	Fundamentos científicos de la ética	371
11.7.	Ciencia, gobierno e industria	375
11.8.	Interacción entre ciencia y ética	377
11.9.	Consideraciones finales	380

12. Ciencia, religión y medio ambiente	385
12.1. El hombre y el medio ambiente	385
12.2. Ciencia y ética ambiental	387
12.3. Crecimiento, desarrollo y consumo de energía	389
12.4. Crecimiento de la población	392
12.5. Fuentes de energía	394
12.6. Desarrollo y consumo de energía	398
12.7. El Problema de la contaminación	400
12.8. Contaminación de la atmósfera, las aguas y el suelo .	404
12.9. Responsabilidad ética y control del desarrollo	410
12.10. Control y consumo uniforme de energía	415
12.11. Consumo de energía y calidad de vida	418
12.12. La hermana-madre Tierra.	421

Prólogo

LA relación entre religión y ciencia es un tema que está suscitando cada vez más interés. No es inusual que aparezca a menudo en los medios de comunicación. En muchos países se ha convertido en una disciplina académica en las universidades, y en el nuestro empieza a serlo. En los últimos años ha ido apareciendo una serie de libros sobre el tema, tanto de autores extranjeros, sobre todo anglosajones, como españoles. Los enfoques en estos libros son muy diversos. En las notas al texto aparecen referenciados muchos de ellos. En este libro se pretende dar una visión general sobre el tema utilizando un enfoque histórico, epistemológico y sociológico. Se parte de la consideración de la religión y la ciencia como dos visiones del mundo y como fenómenos culturales presentes desde el origen de la humanidad. Frente a intentos de integración entre los dos, aquí se consideran como dos visiones autónomas e independientes que no son incompatibles, que necesitan estar en diálogo entre sí y que se complementan. El materialismo científico y el fundamentalismo religioso se reconocen como dos ideologías que dificultan las relaciones entre ciencia y religión. A los temas históricos —como las relaciones entre pensamiento cristiano y ciencia y filosofía en la antigüedad y en la Edad Media, el caso Galileo y sus consecuencias, y la teoría de la evolución de Darwin y su repercusión en el pensamiento religioso— se les da una especial extensión. La naturaleza del conocimiento científico y del conocimiento religioso se examina en detalle, así como las diferencias y semejanzas entre ellos. Tres temas son tratados desde los dos puntos de vista, científico y religioso: la naturaleza de la materia, el origen del universo y el origen de la vida y del hombre. Las posturas de científicos modernos sobre el tema religioso son presentadas mostrando

que, frente a una opinión a veces generalizada, no se puede decir que ellos sean necesariamente ateos o agnósticos. Aunque su postura religiosa fue a veces no convencional, muchos grandes científicos sintieron la necesidad de reflexionar y escribir sobre el tema. En los dos últimos capítulos se trata el problema de la ética en la práctica científica y su incidencia en la religión, así como el caso particular de la ética ambiental y los problemas del desarrollo. El libro ha surgido de las clases de un curso de libre elección ofrecido en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense, para alumnos de las facultades de ciencias, durante ocho años. En él se recogen muchas sugerencias de los alumnos, a los que se agradece su participación. El libro puede servir como libro de texto para asignaturas sobre el tema de ciencia y religión.

AGUSTÍN UDÍAS VALLINA
Madrid, 2009

1. Introducción: la ciencia y la religión

1.1. Dos visiones del mundo

LA ciencia –término que tomamos aquí en el sentido restringido de las ciencias naturales– y la religión son, sin lugar a dudas, las dos grandes visiones sobre el mundo.

Aunque hay otras visiones, como la artística, estas dos tienen una extensión y fuerza que las sitúan como las dos más importantes maneras de mirar el mundo. En general, podemos decir que la ciencia trata de comprender la naturaleza del mundo material que nos rodea, cómo ha llegado a ser, cómo lo conocemos y qué leyes lo rigen. La religión, por otro lado, trata de lo que trasciende el mundo material y pone al hombre en contacto con lo que está más allá, lo numinoso, lo misterioso...; en una palabra, con el misterio de Dios y su relación con el hombre y con el universo.

Nadie puede dudar hoy de la importancia de la ciencia y sus consecuencias prácticas para la vida del hombre. La vida del hombre moderno se ve cada vez más influida por las ciencias y su vertiente aplicada, la técnica. En la práctica, es este último aspecto el que más impresiona. Al hombre de hoy le resulta difícil concebir la vida sin los adelantos que la técnica va poniendo a su alcance y que le proporcionan posibilidades antes desconocidas que van penetrando todos los aspectos de su vida. Por mencionar algunos, consideremos el transporte y las comunicaciones, que han convertido la Tierra en una aldea global. La rapidez y la facilidad del transporte han hecho de los viajes intercontinentales una experiencia normal y cotidiana. La rápida extensión del teléfono móvil, aun en países no desarrollados, el ordenador perso-

nal y el acceso a Internet son hoy instrumentos imprescindibles. No digamos nada de los enormes progresos de la medicina, que han alargado la esperanza de vida del hombre a cotas hasta hoy nunca logradas. Detrás de la técnica se encuentra la ciencia, en la que reside el fundamento que hace posible el funcionamiento de todos estos adelantos. La ciencia, sobre todo, proporciona al hombre la imagen del universo, el conocimiento de la estructura de la materia, de los mecanismos de la vida, de lo que él mismo es...; en una palabra, de toda la realidad que le rodea. Términos que hasta hace unos años nos eran desconocidos –como la fuerza nuclear, los quarks, el *big-bang*, el ADN y el genoma– se nos han hecho familiares, aunque la mayoría de las personas tengan tan sólo una idea confusa de lo que significan. No podemos hoy dudar de la primacía de la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres. Vivimos en una cultura que depende profundamente de la tecnología para su funcionamiento y bienestar, y de la ciencia para su comprensión de la realidad.

La religión, cuyas raíces se extienden hasta los primeros vestigios que tenemos del hombre primitivo y que desempeñó un papel determinante en las primeras culturas, sigue siendo hoy un factor importante en la vida del hombre. Estructurada en las diversas tradiciones religiosas y formando comunidades unidas por creencias y ritos compartidos, las religiones siguen ofreciendo al hombre otra visión del mundo que no se limita al ámbito de lo puramente natural, sino que se abre a realidades trascendentes, con las que el hombre puede entrar en contacto. En el horizonte, conocido por diversos nombres según las tradiciones, se encuentra la realidad de Dios, al que se reconoce como fundamento de toda existencia y fuente de la experiencia religiosa. A pesar de las tendencias secularizadoras, de las que hablaremos más adelante, en los países más desarrollados y más influidos por el fenómeno científico técnico la religión sigue siendo hoy una fuerza viva que no puede ser ignorada.

Ante estas dos visiones del mundo, no es de extrañar que el filósofo norteamericano Alfred N. Whitehead comentara ya en 1925 que, «cuando uno considera lo que la religión representa para la humanidad y lo que la ciencia es, no es una exageración decir que el curso futuro de la historia depende de la decisión de esta generación sobre la relación entre ambas. Tenemos aquí las

dos fuerzas generales más fuertes que influyen al hombre y que parecen situarse la una contra la otra: la fuerza de nuestras intuiciones religiosas y la fuerza de nuestro impulso por las observaciones precisas y las deducciones lógicas»¹. Después de los más de ochenta años que han pasado desde que Whitehead escribiera estas palabras, el problema sigue vivo y la relación entre estas dos grandes visiones del mundo sigue preocupando. Este mismo año, Edward O. Wilson, biólogo y creador de la sociobiología, afirmaba en una entrevista: «La ciencia y la religión son las dos fuerzas más poderosas del mundo. Hago un ruego a las personas religiosas...: que dejen de lado sus diferencias con los laicos y los científicos materialistas como yo, y se unan a nosotros para salvar el planeta»². Reconoce Wilson la fuerza tanto de la ciencia como de la religión y la necesidad de que se unan para salvar a la naturaleza, amenazada por el hombre mismo.

Resulta, por tanto, de gran interés estudiar las relaciones entre estas dos grandes visiones del mundo. La interacción entre ambas se puede remontar hasta los orígenes mismos de la ciencia en las primeras grandes civilizaciones y, sobre todo, desde el comienzo de la ciencia moderna en el siglo XVI. Sin embargo, el planteamiento explícito de las relaciones entre ambas tiene su origen en el siglo XIX. Como ya veremos en detalle, se empezó entonces a reflexionar sobre las relaciones entre ciencia y religión y a proponerse diversas opiniones sobre ellas. Posturas encontradas y apologéticas en ambos sentidos fueron frecuentes a finales del siglo XIX y comienzos del XX. Después de la Segunda Guerra Mundial, unas nuevas actitudes, más conciliadoras, empiezan a extenderse, al mismo tiempo que esta materia se convierte en una disciplina académica, con cursos específicos en muchas universidades, sobre todo en el ámbito anglosajón. Desde 1995, la Fundación Templeton, con sede en Philadelphia, subvenciona cada año unos cien de estos cursos. Esta fundación fue establecida por el financiero John Templeton en 1987 y dedica todos sus esfuerzos a fomentar actividades relacionadas con el diálogo entre cien-

1. A.N. WHITEHEAD, *Science and the Modern World*, The Free Press, New York 1925, pp. 181-182.
2. Entrevista a Edward O. Wilson, e *El País* (domingo, 11 de junio de 2006).

cia y religión. Templeton otorga desde 1972 un premio especial, con una asignación económica superior a la del premio Nobel, a las personalidades que más se han distinguido en el progreso de la investigación o descubrimiento acerca de realidades espirituales y el diálogo entre ciencia y religión. Entre los que han recibido este premio se encuentran personalidades religiosas y científicas como la Madre Teresa de Calcuta (1973), el hermano Roger de Taizé (1974) y C.F. von Weizsäcker (1989), así como autores destacados del diálogo entre ciencia y religión, tales como T.F. Torrance (1978), S.T. Jaki (1987), I.G. Barbour (1999), A. Peacocke (2001) y J.C. Polkinghorne (2002). Uno de los centros más activos en el estudio de la relación entre ciencia y religión es el *Center for Theology and the Natural Sciences* (CTNS), fundado en 1981 en la escuela de teología multiconfesional *Graduate Theological Union*, en Berkeley, California. El CTNS organiza cada año cursos y seminarios en diversas partes del mundo sobre temas relacionados con el diálogo entre ciencia y religión y publica desde 2003 la revista *Theology and Science*. La revista más antigua sobre este tema y de mayor prestigio es, sin embargo, *Zygon*, publicada desde 1966 en Chicago por varias organizaciones, en especial el *Institute on Religion in an Age of Science* (IRAS), fundado en 1954. Entre las más de cincuenta organizaciones dedicadas en todo el mundo a este tema, destaca por su cercanía e importancia la *European Society for the Study of Science and Theology* (ESSSAT), que celebra reuniones bianuales desde 1986. En España el interés en ámbitos universitarios por estos temas es muy reciente. En la Universidad de Navarra funciona desde 2002 un Grupo de Investigación sobre Ciencia, Razón y Fe; y en la Universidad Pontificia Comillas, desde 2003, la Cátedra de Ciencia, Tecnología y Religión. En otras universidades, como la Complutense de Madrid, la Autónoma de Barcelona y la de Oviedo, se han ofrecido recientemente cursos sobre el tema.

1.2. Tres enfoques

Las relaciones entre ciencia y religión pueden enfocarse desde diversos puntos de vista. Los más importantes entre ellos pueden agruparse en tres: el histórico, el epistemológico y el sociológico.

Tanto la religión como la ciencia son fenómenos culturales que han estado presentes a lo largo de la historia desde la más remota antigüedad. A veces se corre el peligro de suponer que la ciencia empieza con la ciencia moderna del Renacimiento, olvidando todos los desarrollos anteriores. Lo cual es un grave error, ya que el nacimiento de la misma ciencia moderna no puede entenderse sin los desarrollos científicos anteriores. Remontándonos a los albores de la ciencia en la antigüedad, podemos encontrar ya interacciones con la religión. Un interés especial tiene la relación entre cristianismo y ciencia, ya que la ciencia moderna nace precisamente en el Occidente cristiano. Esta relación comienza con los primeros autores cristianos del siglo III y continúa a lo largo del tiempo hasta nuestros días. A veces se simplifican y se presentan conclusiones erróneas sobre esta relación, al no tenerse en cuenta cómo ha discurrido a lo largo de la historia. El enfoque histórico es, por tanto, imprescindible para llegar a una visión correcta del problema.

La religión y la ciencia constituyen formas de acercamiento a la realidad, es decir, formas de conocimiento con distintas peculiaridades. Por eso es importante estudiar la distinta naturaleza de cada una de ellas y la relación que puede establecerse entre el conocimiento científico y el conocimiento religioso. Esta reflexión pertenece al campo de la filosofía. La reflexión filosófica, y en concreto la epistemológica, es imprescindible para establecer las relaciones entre ciencia y religión como formas de conocimiento. Podemos adelantar aquí que fe y experiencia religiosa forman el fundamento del conocimiento religioso que se formaliza en la teología, mientras que el conocimiento científico está formado por un marco formal de leyes y teorías relacionadas con una base empírica de experimentos y observaciones. Establecer claramente la naturaleza y los límites de estos dos tipos de conocimiento es fundamental para poder establecer correctamente la relación entre ambos.

La religión y la ciencia son, además, fenómenos sociales. Su aspecto sociológico es, por tanto, muy importante para conocer las relaciones entre ellas. Este aspecto es menos conocido, y pocas veces se tiene en cuenta. Ciencia y religión forman dos sistemas sociales complejos que agrupan experiencias individuales y colectivas y que tienen sus normas y patrones de comportamiento

que resultan en la formación de comunidades con un tipo de estructura y de lenguaje propio. Ambas comunidades interaccionan con la sociedad general en claves que pueden ser de aceptación, de rechazo, de prestigio o de influencia, con las consiguientes interacciones entre ellas. La afirmación de posiciones de influencia social ha resultado a veces en confrontaciones entre ellas. La incidencia normativa de la religión en los comportamientos, que desemboca en propuestas éticas, interacciona con la práctica de la ciencia, que no puede ser ajena a los problemas éticos que en ella pueden surgir. La preocupación cada vez mayor de la sociedad por los problemas éticos relacionados con la ciencia abre hoy nuevos campos de relación de ésta con el pensamiento religioso.

1.3. Presupuestos de interacción

Antes de analizar brevemente lo que se entiende por «ciencia y religión» en este capítulo introductorio, hemos de tener en cuenta algunas consideraciones previas. En primer lugar, consideremos lo que se entiende por «experiencia». Es éste un concepto muy general que agrupa diversos tipos de interacción de la persona con su entorno, y en especial con las otras personas que la rodean. Las experiencias se pueden dar a distintos niveles. Hay un primer nivel, que podemos llamar «de la experiencia cotidiana» y que comprende el nivel menos elaborado y reflexivo de nuestros contactos diarios con la realidad en la que vivimos. Muchas veces se da esta experiencia por supuesta, y está llena de automatismos, con lo que queda generalmente al nivel de lo no-reflexivo. En ella aceptamos la realidad de nuestro entorno sin ningún planteamiento crítico. Querer hacer de esta experiencia cotidiana una experiencia reflexiva convertiría nuestra vida en un martirio. Un carácter especial tiene la experiencia de nuestra relación con otras personas. En este aspecto, cuando se sale del primer nivel, se establece una relación personal especial, por la que reconocemos en el otro a la persona que conocemos con un conocer distinto del de las realidades cotidianas en las que pueden estar presentes personas con las que no nos comunicamos personalmente. Este tipo de experiencia forma un segundo nivel que implica reconocer una comunicación en la que, a la vez, conocemos y so-

mos conocidos, y en la que se establecen relaciones emocionales mutuas. Fuera de estos dos niveles de experiencia hay toda una variedad de experiencias más reflexivas que comprenden distintos campos de actividades como, por ejemplo, la artística (en los distintos campos de la literatura, la música, la pintura o la escultura). Escuchar una buena música o contemplar un bello cuadro forma un tipo especial de experiencia. En otro sentido, lo mismo puede decirse del estudio de cualquier tipo de tema.

En el tema que nos ocupa tenemos que hablar de la experiencia religiosa y la experiencia científica. Se trata de dos tipos de experiencia muy distintos y que es preciso tener en cuenta. La experiencia religiosa adopta muchas y muy diferentes formas, dependiendo de los distintos niveles en los que se puede dar y de las tradiciones religiosas en las que la persona participe. En general, se puede hablar de la fe como un elemento indispensable de esta experiencia, como veremos más adelante. Reconocer este nivel experiencial de la religión es muy importante para poder establecer correctamente su relación con la ciencia. La experiencia científica, por otro lado, está relacionada con la práctica de la ciencia, tanto en el aspecto empírico de las observaciones y los experimentos como en el más formal de los desarrollos teóricos, en su afán por comprender los fenómenos naturales. Un nuevo descubrimiento se presenta al científico como una experiencia irrepetible de la comprensión de un aspecto del comportamiento de la naturaleza.

El grupo humano que participa en un mismo tipo de experiencia forma una comunidad. Bajo este punto de vista, podemos hablar de la comunidad religiosa y la comunidad científica. En esta consideración entran los aspectos sociológicos de que hemos hablado antes. La pertenencia a una comunidad implica la aceptación de una serie de presupuestos, normativas y formas de comportamiento. Las comunidades se subdividen en subcomunidades más pequeñas y específicas, como puede ser el caso de las distintas tradiciones religiosas en el ámbito de lo religioso, y de las distintas iglesias dentro de la comunidad cristiana. Por lo que hace a la comunidad científica, puede hablarse de las comunidades que constituyen las distintas ciencias (los físicos, los químicos, los biólogos, etc.), y dentro de cada una de ellas, otras subcomunidades de especialidades más restringidas. En la religión y en

la ciencia, las comunidades se subdividen en grupos cada vez más pequeños y con fines más específicos, como pueden ser, por ejemplo, los físicos teóricos o los monjes benedictinos. Ya veremos más adelante cómo en estos aspectos sociales hay más semejanzas entre las comunidades científicas y religiosas de lo que generalmente se piensa. Una persona puede pertenecer a varias comunidades y subcomunidades y, en concreto, puede participar en la comunidad científica y en la religiosa.

La forma de comunicación de las experiencias dentro de una comunidad determina el lenguaje propio de cada una de ellas. Cada comunidad desarrolla un lenguaje propio, adaptado al tipo de experiencia que quiere comunicar. La especialización en el tipo de experiencias concretas lleva a desarrollar lenguajes cada vez menos comprensibles fuera de la propia comunidad. Lo cual crea una dificultad en la comunicación entre distintas comunidades. Es bien conocida la dificultad de establecer puntos de vista verdaderamente interdisciplinarios e incluso, en un nivel menor de exigencia, multidisciplinares. En nuestro caso, hay que reconocer las peculiaridades y las idiosincrasias de los lenguajes religioso y científico, y ser conscientes de las barreras lingüísticas que necesariamente hay que superar para establecer un verdadero diálogo entre ciencia y religión.

1.4. Ciencia y tecnología

En el nivel introductorio de este capítulo, es conveniente establecer ya algunas ideas básicas sobre lo que constituye, por un lado, la ciencia y, por otro, la religión. Estas ideas se irán completando a medida que progrese en los siguientes capítulos. No es fácil definir la ciencia. En 1998, la Sociedad Americana de Física (*American Physical Society*) se propuso llegar a una definición de ciencia en la que estuviera de acuerdo una gran mayoría de científicos. Después de varias formulaciones, se abandonó el proyecto, debido a la falta de acuerdo. La definición que más aceptación tuvo define la ciencia como «una búsqueda disciplinada para entender la naturaleza en todos sus aspectos... exigiendo un intercambio de ideas y datos abierto y completo... y una actitud de es-

cepticismo sobre sus propios resultados». Se remarcaba la necesidad de que los resultados deben poder ser reproducidos, modificados o falseados por observadores independientes, se y terminaba diciendo que los científicos valoran otros puntos de vista complementarios y métodos de entender la naturaleza; pero para que las alternativas puedan llamarse «científicas» deben cumplir los principios propuestos³. Ello venía motivado por la preocupación que causa en los científicos la atención que reciben entre el público muchas propuestas, como la astrología y los fenómenos paranormales, que pretenden pasar por ciencias, pero que deberíamos llamar más bien «pseudociencias».

De acuerdo con John Ziman, se puede definir la ciencia como una actividad humana encaminada al conocimiento organizado de la naturaleza, basado en la observación y el experimento y expresado en leyes y teorías, por medio de un lenguaje público inequívoco (idealmente matemático), avalado por los controles de la comunidad científica⁴. En esta definición se hace hincapié en el carácter dinámico de la ciencia y sus dos elementos más importantes, que son el fundamento empírico de observaciones y experimentos y el marco formal de las leyes y teorías. Se establece su carácter de conocimiento público y su esfuerzo por un lenguaje formal inequívoco, desligado de los contextos culturales y cuyo ideal último es el lenguaje matemático. Parecida a esta definición es la dada recientemente por V.V. Raman, que la define como un esfuerzo colectivo intelectual de la mente humana para captar los aspectos del mundo como una realidad percibida en términos de categorías conceptuales con la ayuda del análisis matemático y de una instrumentación elaborada⁵. Estas dos definiciones no son más que una muestra de las muchas que se han propuesto, y su presentación aquí no tiene otro sentido que el de poder hacer una primera aproximación a su diferenciación con la religión. Desde el punto de vista de la práctica de la ciencia, pue-

-
3. C. MACILWAIN, «Physicists Seek Definition of Science»: *Nature* 392 (1998), 849.
 4. J. ZIMAN, *La credibilidad de la ciencia*, Alianza, Madrid 1978, en especial pp. 13-25.
 5. V.V. RAMAN, «Science and Religion: Some Demarcation Criteria»: *Zygon* 36 (2004), 541-556.

de ayudar la distinción que propone Ziman entre «ciencia académica» y «ciencia industrial»⁶. La primera se refiere a la que se realiza en las universidades o centros de investigación y corresponde a la que a veces se llama también «ciencia pura» o «ciencia fundamental», con unas características que se centran en la búsqueda del conocimiento del mundo que nos rodea. La segunda es la ciencia dirigida o patrocinada por la industria con fines más concretos y más relacionada con la tecnología, y que a veces se llama también «ciencia aplicada». La práctica de la ciencia que conocemos hoy es un fenómeno relativamente reciente, desarrollado desde finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, sobre todo con la reforma de las universidades europeas y la revolución industrial. Con anterioridad a esa fecha, la ciencia era un trabajo de individualidades, con sólo algunas instituciones, como la *Royal Society* de Londres, creada en 1642, o la *Académie des Sciences* de París en 1666. Ziman insiste en que hasta hacia la década de los años cincuenta del pasado siglo estos dos tipos de ciencia estaban claramente diferenciados, pero que hoy la ciencia tiene unas características nuevas que hacen que esta diferencia se esté borrando, y llama a la nueva ciencia «postacadémica».

Relacionada con la ciencia está la tecnología, que se puede definir como la aplicación del conocimiento científico a la resolución de problemas prácticos, relacionados con las necesidades de los individuos y la sociedad en distintas áreas (salud, transporte, comunicaciones, producción de energía, armamento, etc.). Detrás de la tecnología están siempre los conocimientos científicos sobre los que se fundamenta. La separación de ciencia y tecnología se va haciendo cada vez más difícil. Los proyectos científicos que se denominan hoy como la «gran ciencia» (*big science*), como es el caso, por ejemplo, del programa espacial o de los grandes aceleradores de partículas, implican a un gran número de científicos e ingenieros, y en ellos la parte científica y la tecnológica están íntimamente unidas. La conjunción cada vez mayor de ambas lleva hoy a considerarlas como un fenómeno úni-

6. J. ZIMAN, *Real Science. What It Is and What It Means*, Cambridge University Press, Cambridge 2000 (trad. cast.: *¿Qué es la ciencia?*, Cambridge University Press, Madrid 2003).

co al que se ha dado el nombre de «tecnociencia». Esta conjunción de ciencia y tecnología corresponde de alguna manera a lo que Ziman ha llamado la «era postacadémica de la ciencia».

1.5. Características de la ciencia

Con el único objetivo de poder esclarecer la relación entre ciencia y religión, es importante proponer ya algunas de las características de la ciencia. En primer lugar, está la experimentalidad, es decir, la referencia a experimentos y observaciones. Sin esta referencia no se puede hablar de un enunciado como «científico». Los autores del positivismo lógico, como veremos más adelante, preocupados por establecer los criterios que separan el conocimiento científico del que no lo es, propusieron como criterio la verificabilidad en la experiencia. Aunque luego se vio que este criterio no puede mantenerse en su forma estricta, la base empírica de la ciencia es un elemento imprescindible. El conocimiento científico debe estar siempre relacionado con observaciones y experimentos, aunque esta relación no sea siempre fácil de establecer.

El segundo elemento es la formalización, es decir, la inclusión de los elementos observacionales dentro de un marco formal de leyes y teorías. Este marco formal constituye el núcleo de la ciencia. Cuando hablamos de «conocimiento científico», nos referimos a las leyes y teorías que explican o describen el comportamiento de la naturaleza. Este marco formal debe expresarse con un lenguaje inequívoco, libre de todas las limitaciones posibles, culturales o sociales. El ideal de este lenguaje es el matemático, tanto por su nivel de formalización como por su independencia respecto de otros condicionantes. Una ecuación matemática significa lo mismo para cualquier persona de cualquier cultura. El proceso de matematización de la ciencia, sin embargo, limita los aspectos de la naturaleza que han de ser considerados por la ciencia a aquellos que, de alguna manera, son susceptibles de medida. Esta limitación debe ser tenida muy en cuenta.

Un tercer elemento importante de la ciencia es la publicidad. Observaciones, experimentos y lenguajes científicos deben ser públicos, reconocibles y repetibles por todos. La repetibilidad de los experimentos es una condición necesaria para que sean con-

siderados como «científicos». Los resultados de un experimento o de una observación que no pueden ser repetidos y verificados por otros investigadores no pueden considerarse parte de la ciencia. Este elemento está muy relacionado con lo que se llama la «objetividad científica». Es éste un problema complejo, como veremos más adelante, pero ya desde ahora hemos de decir que no podemos ingenuamente considerar la «objetividad» como una correspondencia absoluta con la realidad. Objetividad ha de entenderse como la propiedad del conocimiento intersubjetivo o coparticipado, desprovisto de los elementos subjetivos, y que está avalado por la comunidad científica. De esta forma han de entenderse también los conceptos de «validez» o «verdad» (este último término ha de emplearse con mucho cuidado), que finalmente se basan en la aceptación bajo controles por la comunidad científica en referencia a datos empíricos⁷. Aunque resulte un poco sorprendente, la comunidad científica resulta así realmente el último garante de la fiabilidad de la ciencia. En último término, podemos «confiar» en los resultados de la ciencia, por la seguridad que ofrecen los controles que impone la comunidad científica.

Un último elemento a considerar es el de la relación entre conocimiento científico y realidad. Se trata de un problema complicado y difícil, en el que existe una gama de posiciones que van desde el realismo ingenuo hasta el instrumentalismo puro. El primero sostiene que los enunciados de la ciencia corresponden directamente a la realidad, y el segundo afirma que dichos enunciados son meros instrumentos que permiten describir los fenómenos. Como veremos al hablar del conocimiento científico hay muchas posturas críticas intermedias. Este problema tiene también mucha importancia al establecer las relaciones entre ciencia y religión. De alguna manera, ambas deben referirse y decir relación con el mundo real en el que vivimos.

7. Sobre este tema es muy iluminadora la crítica de Ziman a lo que él llama la «leyenda de la objetividad científica» (ZIMAN, *Real Science*, op. cit.).

1.6. Clasificación de las ciencias

De acuerdo con las materias sobre las que tratan, las ciencias se pueden clasificar de la siguiente forma: física – química – biología – psicología – sociología. Las tres primeras forman las ciencias naturales, y las dos últimas las ciencias humanas, pues en ellas la materia de estudio es el hombre y las relaciones entre ellos. La geología y la geografía y otras ciencias relacionadas con ellas, como la geofísica, la meteorología y la oceanografía, son aplicaciones de la física, la química y la biología a los fenómenos de la Tierra. La astronomía y la astrofísica se pueden considerar como aplicaciones de la física a los fenómenos cosmológicos y la naturaleza de los astros. La medicina puede considerarse como una aplicación de la biología a las patologías humanas y está a caballo entre la ciencia, la tecnología y las humanidades. Las ciencias directamente relacionadas con la tecnología conforman las diversas ramas de la ingeniería. Las matemáticas constituyen el lenguaje formal ideal de todas las ciencias, aunque no todas las ciencias han llegado al mismo nivel de matematización. La física es la ciencia más matematizada, y en ella las teorías han de presentarse siempre en forma matemática; sólo trata, por tanto, de elementos cuantificables de la naturaleza. Otras ciencias no han alcanzado todavía este nivel de matematización, y en ellas se dan muchos elementos de análisis cualitativo. El que todas las ciencias han de llegar finalmente a un nivel total de matematización, semejante al de la física, es un problema debatible. También es un tema de discusión si todos los fenómenos de la naturaleza, incluidos los del hombre, son susceptibles de ser tratados de forma matemática.

La separación entre las diversas ciencias es un tanto artificial, y se dan hoy ciencias intermedias entre dos, como la bioquímica (entre la química y la biología) y la química física. El orden de la clasificación que hemos dado indica que los contenidos de los fenómenos tratados en cada ciencia son más complejos que los tratados en la precedente. Por lo tanto, cada ciencia se basa en la que le precede, aunque no se reduce del todo a ella. Por ejemplo, aunque la biología se basa en la química, su estudio de los seres vivos no se reduce totalmente a los principios de la química, ni los de ésta a los de la física. La física, la primera de las ciencias, trata de las partículas más elementales de la constitución de la materia y

de las fuerzas que actúan entre ellas, de manera que está en la base de todas las otras ciencias; pero no se puede decir que las otras ciencias no hacen más que aplicar sus principios a fenómenos cada vez más complejos. Cada ciencia tiene sus propios principios y, aunque hay un lenguaje común a todas las ciencias, cada una de ellas tiene su propio lenguaje. Así, por ejemplo, las ciencias que tratan del hombre, como la psicología y la sociología, parten de principios propios.

Este tema lo trataremos con más detalle al hablar del reduccionismo.

1.7. Religión y teología

Así como hemos encontrado dificultades para proponer una definición de «ciencia», el mismo problema se da con la definición de «religión». Dada la gran complejidad y variedad del fenómeno religioso, no es fácil encontrar una definición que englobe todos sus elementos comunes. A veces se emplea el término «religiosidad» para aplicarlo a movimientos que participan de alguna manera del carácter de la religión, pero que no se consideran totalmente como tal. En este sentido, como veremos más adelante, se habla hoy de una religiosidad natural. La religión, de una manera muy general, se puede considerar como un sistema de creencias generadoras de sentido de la vida y de valores que guían los comportamientos personales y sociales, que se expresa generalmente en ritos y que puede fundar comunidades. En esta descripción, que no es una definición, hemos incluido diversos elementos que aparecen en la mayoría de las religiones y también en las religiosidades. En primer lugar, la fe o creencia, que supone la aceptación de una realidad de la que no existe una demostración estrictamente racional, aunque sí puede ser razonable. Queremos decir con esto que los fundamentos de la religión no pueden ser demostrados, en el sentido de una demostración científica, aunque sí se pueden encontrar indicios que nos muevan a su aceptación. El objetivo de la religión no es explicar el funcionamiento del mundo y su estructura material, sino descubrir el sentido de la existencia, tanto del mundo como del hombre mismo. Propio de la religión y de la religiosidad es también el proporcionar

principios para guiar los comportamientos. Para quien se adhiera a ella, la religión implica un tipo de vida. Éste es otro aspecto en el que la religión se diferencia de la ciencia, que por sí misma no implica ningún tipo de principios con respecto al comportamiento de los científicos, como se verá al hablar de la ética y la ciencia.

En el ámbito de lo religioso podemos distinguir la religión propiamente dicha, como aquella que mantiene la aceptación de una realidad (Dios) por encima de lo material, trascendente o immanente, con la que el hombre puede relacionarse y que se estructura en tradiciones religiosas que crean comunidades de vida. De una manera más difusa, podemos considerar como religiosidad el conjunto de actitudes que afectan a la visión del universo y a las relaciones entre los hombres, y que supone en algunos casos una cierta aceptación de la presencia de lo numinoso o misterioso. Hoy también se habla de una religiosidad natural o naturalista, que no implica ninguna presencia del misterio o lo incluye en lo puramente natural. Relacionado con la religión y la religiosidad, se usa hoy también el término «espiritualidad», de significado poco preciso y a veces contradictorio, que parte de la dimensión interior y mística de la persona y de la experiencia humana. En general, la espiritualidad está relacionada con las religiones, y así se habla de espiritualidad cristiana o budista; pero también puede referirse a posturas basadas en la aceptación de unas fuerzas cósmicas o una mente universal que trascienden los límites de una interpretación estrictamente materialista. También se puede hablar de una espiritualidad naturalista, que no implica ninguna presencia de lo numinoso, pero que acepta una dimensión espiritual de la realidad que puede contenerse en lo puramente natural.

La teología constituye la formulación estructurada del pensamiento religioso. Aunque el término mismo, de acuerdo con sus raíces griegas, significa ciencia o discurso (*logos*) sobre Dios (*Theos*), de una manera más generalizada puede aplicarse a cualquier formalización de la religión o la religiosidad, aunque no tengan una idea clara de divinidad. En el siglo XI, San Anselmo de Canterbury definió la teología cristiana como la fe que busca comprender (*fides quaerens intellectum*). Esta concisa definición, que todavía hoy se cita a menudo, conecta las dos partes del quehacer

teológico: la fe, que es el fundamento de la actitud religiosa, y el entendimiento, que representa la búsqueda de la razón para esclarecerla. Aunque en sentido estricto la teología se ha referido tradicionalmente al pensamiento cristiano, el término se puede aplicar también a otras tradiciones religiosas, y se puede hablar de una teología islámica o hindú. La similitud del quehacer teológico con el científico ha llevado a considerar más específicamente la relación de la ciencia con la teología.

1.8. Grados de religiosidad

El fenómeno de la religión y la religiosidad es muy complejo, como puede apreciarse por el elevado número de distintas religiones y las divisiones dentro de cada una de ellas. Además de las religiones claramente definibles como tales, existen actitudes personales que no están vinculadas a ninguna comunidad religiosa y que podemos agrupar bajo el título de «religiosidades». El conjunto de todas ellas es difícil de clasificar. De una manera sencilla, y puede que simplista, es posible establecer una graduación en la religiosidad, de acuerdo con una mayor o menor presencia de la aceptación de la idea de Dios y de su acción en el mundo, en los siguientes cinco grados:

- *Naturalista*: no hay realidad fuera de lo natural. Puede ser materialista o espiritualista.
- *Del misterio*: acepta la existencia de un misterio inalcanzable que se manifiesta en la naturaleza sin carácter personal.
- *Panteísta*: Dios se identifica con toda la realidad. No hay separación entre Dios y mundo.
- *Deísta*: existencia de un Dios trascendente, creador y ordenador, pero que no interviene en el mundo.
- *Teísta*: Dios creador y providente con carácter personal, que interviene en el mundo y se relaciona con el hombre.

Además de estas posturas se han de considerar las negativas del ateísmo y el agnosticismo, que niegan explícitamente la idea de la divinidad o de la posibilidad de su conocimiento.

La religiosidad naturalista es una corriente relativamente reciente, que tiene su mayor presencia en Norteamérica y que está adquiriendo una importancia cada vez mayor. En ella se trata de generar actitudes tradicionalmente vinculadas a la religión (búsqueda del sentido, sentimiento reverencial hacia la vida, contacto con la totalidad de la realidad, reconocimiento de la confraternidad humana, etc.) desde la mera aceptación de la realidad del mundo sensible. Esta religiosidad puede tener un carácter materialista, si solo se admite la existencia de la materia, o espiritualista, si se aceptan realidades espirituales pero sin conexión con nada sobrenatural. En ella se busca encontrar sentido a la realidad desde la pura naturalidad, con la aceptación de la finitud de todo lo natural (muerte del individuo, de la humanidad, del universo), y se propone una ética puramente natural. En algunas tendencias se hace hincapié en el sentido de reverencia por la naturaleza, como lo expresaba el astrofísico Carl Sagan. Esta actitud se encuentra presente en algunos movimientos ecologistas. El laicismo tiene también a veces características de una cierta religiosidad naturalista, y hasta se habla de una «sagrada laicidad» (*sacrée laïcité*).

Aunque hay muchas tendencias de la religiosidad naturalista, se pueden proponer los siguientes principios como básicos de todas ellas. El primero es que sólo el mundo de la naturaleza es real; es decir, que toda la realidad se reduce a lo puramente natural, y no puede hablarse de ningún tipo de realidad trascendente. El segundo es que la naturaleza es necesaria en sí misma; es decir, que no requiere otra razón fuera de sí misma para explicar su origen, su existencia o su fundamento ontológico. De estos dos principios se sigue que la naturaleza, como un todo, puede ser comprendida totalmente por la ciencia sin tener que proponerse ninguna otra realidad de la que dependa, ni ninguna otra finalidad que la de sí misma. En la naturaleza, por tanto, para cada uno de los sucesos que en ella tienen lugar sólo hay causas naturales. El naturalismo implica una visión materialista o fisicalista de la realidad; y aunque algunas versiones aceptan realidades espirituales, éstas sólo se aceptan como aspectos de la misma naturaleza.

Bajo el epígrafe de *religión del misterio* entendemos las actitudes presentes en algunos científicos que ven en la racionalidad del universo la presencia de un sentido de lo misterioso, inexplicable

por la ciencia misma. Este tipo de religiosidad se diferencia del anterior porque en ella se acepta la presencia de algo misterioso, no comprensible por la ciencia misma y, por tanto, más allá de lo puramente natural que se intuye y se revela a través del orden del universo. Este tipo de religiosidad es descrita por Albert Einstein cuando dice: «La experiencia más bella y más profunda que un hombre puede tener es el sentido de lo misterioso. Éste es el principio fundante de la religión, como de todo empeño serio de la ciencia y del arte». Más adelante afirma: «Sentir que detrás de cualquier cosa que podemos experimentar hay algo que nuestra mente no puede comprender y cuya belleza y sublimidad nos llega sólo indirectamente como en un débil reflejo, esto es religiosidad. En este sentido, yo soy religioso». Y también: «Debajo de todas las relaciones discernibles permanece algo sutil, intangible, inexplicable. La veneración de esta fuerza más allá de todo lo que podemos comprender es mi religión»⁸. Estas citas de Einstein, nos muestran este tipo de religiosidad, que se encuentra también en otros científicos y que se fundamenta en el reconocimiento de un misterio intuible en el Universo, más allá de nuestra comprensión, que no se identifica con el mundo mismo, pero que no tiene las características de un Dios personal creador.

El *panteísmo*, el *deísmo* y el *teísmo* tienen en común el hecho de que todos ellos aceptan una idea de Dios como el ser de alguna manera concebido como raíz y fundamento de toda existencia. En la relación de Dios con el mundo, las dos concepciones que deben tenerse en cuenta son la inmanencia y la trascendencia, que aparecen con mayor o menor énfasis en cada una de ellas. La inmanencia describe la presencia de Dios en el mundo, y la trascendencia su estar más allá de él. En el panteísmo, del que hay muchas versiones, se hace hincapié en la inmanencia hasta llegar a identificar a Dios con el mundo, y el mundo con Dios. La relación entre el mundo y Dios es, por tanto, una relación de identificación. Las grandes tradiciones religiosas de Oriente, como el hinduismo y el taoísmo, tienen un fuerte carácter panteísta. En el

8. A. EINSTEIN, «Ciencia y Religión», en K. WILBER, *Cuestiones cuánticas*, Kairós, Barcelona 1987, pp. 161-170.

extremo opuesto se encuentra la idea de un Dios totalmente trascendente, separado del mundo, pero que él ha creado. Tanto el deísmo como el teísmo afirman la existencia de un Dios trascendente creador; la diferencia entre ellos es que, para el primero, Dios, una vez creado el mundo, ya no interviene en él; el mundo funciona como una máquina a la que Dios ha dado sus leyes y a la que deja funcionar por sí misma. Esta mentalidad estuvo muy en boga en los siglos XVIII y XIX entre los autores de la Ilustración y está relacionada con una mentalidad determinista derivada de la física newtoniana. El teísmo sostiene la existencia de un Dios creador y providente, que actúa en el mundo y que es a la vez trascendente e inmanente. El problema que plantea con respecto a la ciencia es cómo debe entenderse la acción de Dios en el mundo sin que se violen las leyes de su funcionamiento. Las tres tradiciones del judaísmo, cristianismo e islam son religiones teístas. El énfasis en el carácter inmanente o trascendente de Dios tiene sus consecuencias para las relaciones entre ciencia y religión.

Las dos posturas negativas con respecto a la visión religiosa las constituyen el *ateísmo* y el *agnosticismo*. El primero implica la negación explícita de Dios y cualquier recurso a algún tipo de entidad sobrenatural⁹. El ateísmo puede estar presente en lo que hemos llamado «religiosidad naturalista», pero se da más frecuentemente en la ausencia de toda religiosidad. Se suele distinguir entre el ateísmo teórico y el práctico. El segundo se confunde con la actitud de indiferencia ante todo valor religioso en la vida práctica. El primero, que implica una postura positiva contra toda idea de Dios, a veces va unido a actitudes agresivas contra todo pensamiento religioso. En el ateísmo teórico se pueden también distinguir varios tipos o corrientes. Entre ellos está el que podemos llamar «ateísmo científico» –del que hablaremos en detalle más adelante, al tratar del materialismo científico–, que extiende la no consideración de Dios en la explicación científica de la naturaleza a la negación de Dios en todos los demás ámbitos de la realidad. Otro tipo de ateísmo, a veces calificado de «moral», se basa en la existencia del mal como incompatible con

9. H. KÜNG, *¿Existe Dios?*, Cristiandad, Madrid 1979, pp. 269-463.

la existencia de Dios. El escándalo del mal se convierte en el argumento decisivo contra la existencia de un Dios que debe ser al mismo tiempo todo bondad y poder. La aparente contradicción entre la existencia de Dios y la libertad del hombre es la base del ateísmo humanista. Si Dios existe –se argumenta–, la libertad del hombre no puede ser más que ilusoria. En la práctica, este ateísmo lleva a proponer, como hace Marx, la necesidad de destruir la religión para que el hombre sea capaz de pensar y obrar sin espejismos, y por eso la denuncia como el opio del pueblo. En la misma línea, Freud denuncia a la religión como un sedante en un mundo en el que el hombre sufre demasiadas angustias y decepciones.

El agnosticismo, palabra acuñada por Thomas Huxley, el propagandista de la doctrina evolucionista de Darwin, sostiene la imposibilidad del hombre para conocer ni la existencia ni la naturaleza de realidad trascendente alguna. Sin establecer una negación explícita de Dios, se queda en la actitud de quien defiende que nada podemos conocer sobre él, ni siquiera sobre su existencia. Para el agnóstico, tanto la existencia de Dios como su no existencia nunca pueden ser establecidas, y la postura más razonable es no tomar partido en esta cuestión. Esta postura, que se aleja tanto de la aceptación de la idea de Dios como de su negación explícita, es a menudo compartida en ambientes científicos.

1.9. Las grandes tradiciones religiosas

En primer lugar, conviene empezar reconociendo el carácter generalizado y mayoritario de la religión en el mundo y la rica variedad de sus expresiones. De hecho, según la Enciclopedia Británica (2000), un 85% de las personas se reconocen como religiosas, mientras que sólo un 15% lo hacen como no-religiosas o ateas. A nivel global, las principales tradiciones religiosas agrupan –en millones y en tanto por ciento del total de la población religiosa– las siguientes cifras: cristianismo: 1.974 (33%); islam: 1.155 (20%); hinduismo: 799 (13%); budismo: 356 (6%); taoísmo: 382 (6%). En Europa, sobre el número total de habitantes, el cristianismo agrupa a 559 millones (77%); el islam, a 31 millones (4%), y el número de los que se declaran no-religiosos es de 130 millones (18%). Estas cifras responden a estadísticas que cuentan

como religiosas a las personas que se declaran como tales, independientemente del grado de su práctica real. Es importante tener esto en cuenta a la hora de juzgar algunas estadísticas sobre las religiones. Aquí nos basta constatar que, a pesar de las tendencias secularizadoras del mundo moderno, la religión sigue siendo un fenómeno mayoritario. Entre la pluralidad de formas de las religiones, ofrecemos a continuación una breve reseña de las que consideramos como las tradiciones religiosas más importantes¹⁰.

Las tradiciones orientales tienen unos ciertos elementos comunes que se pueden resumir en una visión unitaria de la realidad en la que no hay una separación clara entre el mundo y la divinidad. Las más importantes entre ellas son el hinduismo, el budismo y el taoísmo. Lo que hoy llamamos «hinduismo» es la suma de una serie de creencias religiosas tradicionales en la India formada a lo largo de una larga tradición y relacionadas entre sí¹¹. Más que una religión propiamente dicha, es un haz o conjunto de religiones. El hilo conductor de todas ellas es la creencia en la presencia de la divinidad en todos los seres. La tradición más antigua es la de las religiones pre-Védicas; y hacia el siglo XV a.C., con las migraciones a la India desde el noroeste de los pueblos arios, se formaliza la religión recogida por escrito en los libros llamados *Rig Vedas* (la palabra *Veda* significa «conocimiento» o «sabiduría»). La segunda elaboración del pensamiento religioso hindú está contenida en los *Upanishad*, escritos hacia el siglo VII a.C., que recogen la actividad de los maestros o guías espirituales. La idea central de la visión de los *Upanishad* es el concepto de «Brahma». Esta idea estaba ya presente en los *Vedas* como una fuerza misteriosa y se convierte ahora en la Realidad suprema, infinita, impersonal, presente en todo el universo y que constituye la verdadera realidad e identidad de todos los seres. En los *Upani-*

-
10. T.P. BURKE, *The Major Religions*, Blackwell, London 2004; P. POUPARD (ed.), *Diccionario de las religiones*, Herder, Barcelona 1987; J. DELUMEAU (ed.), *El hecho religioso. Enciclopedia de las grandes religiones*, Alianza, Madrid 1995; M. ELIADE, *Historia de las creencias y de las ideas religiosas*, 4 vols., Cristiandad, Madrid 1978-1980.
11. C. SHATTUCK, *Hinduismo*, Akal, Madrid 2002; L. RENOU y M.D. RENAU, *El hinduismo*, Paidós Ibérica, Barcelona 1991.

shad tardíos hay una evolución hacia una concepción más personal de Brahma. El pensamiento religioso gira alrededor de una concepción monista. Brahma, y solo él, es la última realidad, de forma que en el fondo todo es uno. El mundo sensible (*maya*) es apariencia y engaño. El camino de purificación consiste en desprenderse del engaño de las apariencias y llegar a la contemplación del único ser, Brahma, ya que sólo Brahma es, y ninguna otra cosa es. El yo o el alma individual (*atma*) termina identificándose también con Brahma, la conciencia universal. En el reconocimiento o, mejor, la realización de esta identidad consiste precisamente la liberación de toda actividad o acción, que es la fuente de todo sufrimiento. El no-liberado está sujeto y esclavizado por sus acciones y destinado a un ciclo indefinido de transmigraciones en diversos seres vivos hasta que logre su purificación. Para el problema que nos ocupa aquí es importante recordar su panteísmo y monismo radical, en el que toda la realidad se identifica con Brahma. Lo universal y lo particular se identifican, lo mismo que la unidad y la multiplicidad, el microcosmos y el macrocosmos. Sólo hay una realidad inefable, que no puede conocerse ni expresarse; en ella desaparece la diferencia entre ser y no-ser, todo es uno, todo es divino y eterno, y el tiempo es una ilusión. El hinduismo no se ha extendido fuera de la India y es una religión fuertemente ligada a la cultura e historia de este país. La relación del hinduismo con la ciencia es difícil de establecer. La mayor contribución de la India a la ciencia, en la antigüedad, se produjo en el campo de las matemáticas y de la astronomía, sobre todo con el desarrollo del sistema decimal y el álgebra.

Al contrario que el hinduismo, en cuyo seno nace en el siglo VI a.C., el budismo es una religión histórica con un fundador, el príncipe indio Siddartha Gautama, o Sakyamuni, que empezó su predicación en la cuenca del Ganges hacia el año 525 antes de Cristo¹². Gautama reaccionó contra el excesivo formalismo del hinduismo, preocupado sobre todo por el problema del sufrimiento y el dolor, recibiendo una iluminación que le convirtió en Buda (iluminado) y se dedicó a la extensión de su mensaje como

12. D. HARVEY y S. NOBLE, *Budismo*, Akal, Madrid 2007; R.A. GARD (ed.), *Buddhism*, George Braziller, New York 1961.

un camino para superar el sufrimiento. La original veneración de Buda como maestro se convirtió, poco a poco, en un culto. Así como el hinduismo estaba limitado a los pueblos indios, el nuevo mensaje de Buda traspasó pronto las fronteras de la India y se extendió por todo el Oriente, mientras que en la India misma prácticamente desapareció. El budismo tiene vocación universalista, y desde el siglo XIX ha conocido una cierta atracción y extensión también en Occidente. La idea central del budismo es que, ante la universalidad del sufrimiento, hay que buscar su superación por el camino de la iluminación interior. Es, por tanto, una religión o filosofía primariamente experiencial, que tiene que ver con la propia existencia. La raíz del sufrimiento está en el deseo que nace del yo y envuelve una cadena de causas; por lo tanto, para extinguir el sufrimiento hay que extinguir todo deseo. La extinción de todo deseo conduce al Nirvana por el camino de la sabiduría o liberación interior, y el hombre, a través de él, pasa a ser un «buda» o «iluminado». En el budismo no hay realmente divinidad ni realidad última, sino tan sólo un camino de iluminación interior que desemboca en una identificación con la nada en la perfección del Nirvana. Se aparta, por tanto, del panteísmo védico y niega toda realidad esencial de las cosas o del mundo exterior. Dentro de la complejidad de tradiciones del budismo se distinguen dos principales corrientes o caminos: el budismo *Theravada* o *Hinayana* (pequeño camino), y el *Mahayana* (gran camino). El primero se extendió por Ceilán, Tailandia e Indochina, y el segundo por China, Japón y Corea. La insistencia del budismo en la iluminación interior y su consideración del mundo exterior como una ilusión limita su relación con la ciencia.

Las religiones tradicionales chinas se remontan hasta la antigüedad, y sus características son muy distintas de las propias de las religiones del ámbito semita o indio. Tienen un fuerte carácter cívico, basado en la estructura de la familia y el Estado, y son una mezcla de filosofía y religión. Una de sus características es la importancia concedida a los antepasados, que después de su muerte se convierten en espíritus protectores. El origen de la tradición religiosa conocida como *taoísmo* está vinculado a la figura legendaria del maestro Laotse (*Lao tzu*) hacia el siglo VI a.C. Su doctrina se encuadra en la tradición filosófico-religiosa, sin

que en ella aparezca una idea clara de la divinidad. La idea fundamental la constituye el Tao, el camino o principio supremo, el origen de todo, que es en sí mismo lo indescriptible, una mezcla de ser y no ser. A diferencia de otras tradiciones como el budismo, el taoísmo tiene un fuerte componente cosmológico. En su visión del mundo, todo se desarrolla a partir del Tao, por la acción de los contrarios (*ying* y *yang*: noche y día; masculino y femenino; etc.), que representan energías cósmicas; y todo, finalmente, regresa a su punto de partida, en un eterno retorno en el que el tiempo es cíclico. El tao representa lo real auténtico, existente por sí mismo, animado por movimiento autónomo; se puede decir que es un camino que anda. Como norma de vida, el tao implica abandonarse al impulso que el movimiento natural ejerce sobre nosotros, vivir sencillamente el misterio que nos envuelve. Propone la solidaridad entre el hombre, la sociedad, la naturaleza y el universo. El ritmo de la vida debe adaptarse al de la naturaleza; de ahí la importancia del calendario y la astronomía, con el influjo de los astros en la antigua China.

Si el taoísmo pone su énfasis en la naturaleza y sus ritmos, la doctrina contenida en los escritos de Confucio (*Kung fu tsu*: 551-479 a.C.) forman una ética o una filosofía del comportamiento individual y social. Confucio albergaba la noble ambición de dar al país el orden y la paz.

Su doctrina se centra, por tanto, en las relaciones humanas, individuo-familia-sociedad, bases de la ética y la política.

El fin último al que tiende su doctrina es lograr la estabilidad política y la paz universal. La doctrina de Confucio y de sus intérpretes se convirtió en la doctrina clásica que debían conocer y dominar a fondo los letrados de la administración de la antigua China y ejerce aún hoy una gran influencia en el pensamiento chino.

Las tres últimas religiones que vamos a tratar son religiones teístas que tienen como elemento fundamental la figura trascendente de un único Dios (monoteísmo estricto), con carácter personal, separado del mundo, que ha sido creado por él y en el cual actúa, estableciendo una relación especial con los hombres que se denomina «historia de salvación». Las tres –judaísmo, cristianismo e islam– tienen un tronco común, a partir del cual se han diferenciado. Este tronco común lo forma el judaísmo, cuyos oríge-

nes más antiguos se remontan a las religiones tribales a partir de las cuales, poco a poco, se fue creando una unidad religiosa en el pueblo de Israel¹³. La figura remota de Abraham, que se suele situar históricamente hacia los siglos XVIII y XVII a.C., se propone como el primer receptor de las promesas divinas y es aceptada por las tres tradiciones. La otra gran figura es Moisés, conductor y legislador, que hacia los siglos XIII o XII a.C. realiza la verdadera formación del pueblo de Israel con su éxodo o salida del cautiverio de Egipto y el asentamiento en la tierra de Canaán (Palestina). El Éxodo es experimentado por el pueblo judío como la experiencia fundante de su ser pueblo, que se renueva cada año en la celebración de la Pascua. Un elemento clave es el de la alianza entre Dios e Israel, condicionada al cumplimiento de la Ley. Tras un proceso lento, la fe de Israel evoluciona hacia un monoísmo absoluto (sólo Yahveh es Dios), con el rechazo de los otros dioses y de la idolatría. La doctrina del judaísmo se contiene en la Biblia, conjunto de libros que se componen a lo largo de varios siglos, desde las primeras tradiciones (hacia el siglo IX a.C.) hasta los últimos libros, compuestos en el siglo I a.C. Está formada por los libros que contienen la ley (los cinco primeros libros, o Pentateuco), las enseñanzas de los profetas, los salmos, los libros donde se relata la historia de Israel y los libros sapienciales. Una nota característica del judaísmo es su concepción de la historia del pueblo de Israel como una historia de salvación. Tanto en su concepción de un Dios personal y trascendente, que crea el mundo real y separado de él, como en su concepción lineal del tiempo, el judaísmo se aparta de las concepciones panteístas y los tiempos cíclicos de las tradiciones religiosas orientales. En la historia del judaísmo se pueden distinguir dos periodos. El primero es el periodo sacerdotal (del siglo IX a.C. al siglo I d.C.), que se centra en el templo de Jerusalén y en el papel de los sacerdotes y sus ritos. El segundo periodo se conoce como el periodo rabínico, que se inicia después de la destrucción del templo por el ejército romano en el año 70 y el destierro o *diáspora* de las comuni-

13. A. CUKAR e I. ZABALETA, *Judaísmo*, Edimat, Madrid 2005; A. HERTZBERG (ed.), *Judaism*, George Braziller, New York 1962; H. KÜNG, *El judaísmo. Pasado, presente y futuro*, Trotta, Madrid 1991.

dades judías, que se extienden por el Medio Oriente, norte de África y Europa. El centro de la vida religiosa se encuentra ahora en el estudio y los comentarios de la Biblia en la sinagoga (lugar de reunión) y en la figura del rabino (maestro). En el judaísmo actual se distinguen dos grandes corrientes, una ortodoxa o conservadora, y otra más liberal.

El cristianismo nace dentro de la tradición judía en el siglo I. La figura central es Jesús de Nazaret, un maestro itinerante judío que asombra al pueblo con su predicación, sus curaciones de enfermos y otros signos, llenando las expectativas del pueblo con relación al esperado mesías¹⁴. Después de su muerte, los discípulos experimentan su resurrección, que había sido anunciada por él mismo, y le proclaman «Señor» y «Mesías» (Cristo), el Hijo de Dios. La experiencia del reconocimiento de Jesús como el Hijo de Dios lleva a una transformación de la concepción misma del Dios de la tradición judía, en el que ahora se reconoce el misterio trinitario, es decir, la existencia en un único Dios en tres personas: Padre, Hijo y Espíritu Santo. El cristianismo se abre pronto a los gentiles y se universaliza. Los escritos que relatan la vida de Jesucristo (Evangelios) y los Hechos y Cartas de los apóstoles se añaden a los libros judíos para formar la Biblia cristiana. La extensión del cristianismo por el ámbito del Imperio Romano no fue fácil, pues no tardó en topar con la oposición del gobierno hasta el año 313, en que es reconocido por Constantino, convirtiéndose en 392, con el emperador Teodosio, en la religión oficial del Imperio. Durante estos casi cuatro siglos, el cristianismo interactúa con la cultura grecorromana, en especial con la filosofía y la ciencia griegas. Esto dará una característica especial a su relación con la ciencia, como veremos más adelante. Después de la caída del Imperio Romano, el cristianismo es la religión reconocida de los reinos de Occidente, y durante toda la Edad Media la Iglesia tiene una gran influencia social y cultural. La unidad del cristianismo se rompe primero con la separación de la Iglesia Ortodoxa en Oriente, y después en Occidente, con la Reforma Protestante. En la actualidad, el cristianismo se encuentra dividido

14. F. GOGARTEN, *¿Qué es el cristianismo?*, Herder, Barcelona 1977; J. FEINER y L. VISCHER (eds.), *Nuevo libro de la fe cristiana*, Herder, Barcelona 1977.

entre las diversas iglesias o denominaciones en que, aunque todas reconocen su fundamento en la fe en Jesucristo, se ha diversificado la doctrina referente a muchos puntos, permaneciendo, sin embargo, un anhelo de búsqueda de la unidad perdida.

La religión del islam nace en Arabia y se basa en la predicación de Mahoma (570-632), quien se sintió como el receptor de una nueva y definitiva revelación de Dios¹⁵. La predicación de Mahoma se recoge en el libro del Corán, considerado revelado por Dios a través del arcángel Gabriel a Mahoma, y cuyo texto se fija después de su muerte hacia 640. En él se recogen tradiciones de las religiones tradicionales árabes, del judaísmo y del cristianismo. Moisés y Jesús son reconocidos como profetas, pero la revelación definitiva es la recibida por Mahoma, el último de los profetas. El islam se puede considerar como un proyecto religioso y de civilización en el que se establecen tanto normas religiosas como sociales. Desde el punto de vista religioso, el islam se basa en una sumisión confiada (*islam*) del hombre a Dios, un credo bastante sencillo, con un monoteísmo absoluto que se remonta a la figura de Abraham y que Mahoma separa de su evolución posterior judía y cristiana. La proclamación de la fe se sintetiza en la fórmula «Sólo hay un único Dios (Alá), y Mahoma es su profeta». Además de su carácter religioso, el islam implica una organización social y política, con un código de comportamientos y leyes (*shariah*). Actualmente, el islam se extiende por una franja que va desde la costa occidental del norte de África hasta Indonesia. Aunque manteniendo esencialmente los mismos fundamentos y el carácter inviolable del Corán, el islam ha adquirido algunas características propias en algunas regiones. El islam se escindió pronto en la corriente sunita, seguida por la mayoría, y la chiíta, las cuales, aunque mantienen los mismos principios fundamentales, tiene distintas prácticas y ritos. Actualmente se pueden distinguir en el islam dos corrientes: una fundamentalista, que insiste en una práctica rigorista, con una proyección política de aplicación de los principios coránicos, y otra más liberal, que acepta la existencia de un régimen político secular.

15. D. WINES, *El Islam*, Cambridge University Press, Madrid 2002; J.A. WILLIAMS (ed.), *Islam*, George Braziller, New York 1962.

1.10. La magia

La magia, palabra de origen persa que significa «ciencia» o «sabiduría», es una práctica ancestral que está relacionada con la religión y la ciencia. A pesar del progreso de la explicación racional del mundo por la ciencia y la purificación del sentimiento religioso, la magia es un fenómeno que subsiste y se transforma en el seno de todas las culturas. Se puede decir que se basa en el convencimiento de que existe en la naturaleza una «fuerza» susceptible de ser captada por el hombre, a base de astucia y habilidad, en beneficio propio¹⁶. La magia es un fenómeno ancestral presente en todas las culturas antiguas. Hoy la encontramos no sólo en las prácticas de los pueblos primitivos, sino también en el hombre moderno, en el que puede representar un componente nunca perdido de mentalidad pre-racional relacionada con una conciencia mítica nunca del todo eliminada por la conciencia intelectual. Este extraño habitante de las profundidades humanas está relacionado con las funciones irracionales de la sensación y la intuición. Está relacionada con la posibilidad de adquirir poderes a través de ciertas prácticas ocultas, sólo conocidas por ciertos iniciados. Es éste un fenómeno muy universal, ya que, como dice Hegel, la magia aparece en todos los pueblos y en todas las épocas.

La relación entre magia y religión es compleja, y no se puede simplemente considerar la magia como un estadio previo y más primitivo de la religión. De hecho, en todas las religiones, tanto en el hinduismo y el budismo como en el cristianismo y el islamismo, se pueden encontrar a veces tendencias mágicas¹⁷. Un elemento importante en la magia y que también lo es en la religión es el símbolo. La magia explota la ambivalencia del símbolo y lo absolutiza, transfiriéndole la realidad de lo significado. La imagen se convierte en realidad y adquiere las características de lo maravilloso. Esta perversión del sentido del símbolo, que le dota de elementos mágicos, tiene que ser purificada por el verdadero sentimiento religioso. El judaísmo, como lo muestra ya el Antiguo

16. P. SAINTYVES, *La force magique*, Paris 1914; Véase «Magia», en P. POUPARD, *op. cit.*

17. M. ELIADE, *Imágenes y símbolos*, Taurus, Madrid 1983.

Testamento (Dt 18,9-14; Lev 19,26; 20,6), se opuso fuertemente a la magia, lo mismo que el cristianismo desde los primeros momentos (Hch 8,9-25). Desde San Justino hasta San Agustín, los autores cristianos desprecian la magia como manifestación del mal espíritu, que engaña y se engaña. A pesar de todo, perviven siempre a nivel popular ciertas tendencias hacia lo mágico.

La magia tiene también una relación con la ciencia y la técnica. Ya desde la antigüedad, en Egipto y Mesopotamia, la práctica de la astronomía estaba mezclada con elementos religiosos y mágicos. Los antiguos magos caldeos, que florecieron hacia el siglo I a.C., extendieron la práctica de la astrología por todo el Imperio Romano. A nivel popular, esta práctica sigue hoy todavía viva. Hay que recordar que el mismo Kepler suplementaba su magro sueldo de «Matemático Imperial» con la práctica de los horóscopos. La ciencia, que ha ido presentando una imagen puramente racional del mundo, no ha logrado exorcizarse de todos los elementos mágicos. En ambientes populares, la técnica, cuyos fundamentos científicos no se comprenden, llega a tener un cierto cariz mágico. La relación que hemos visto entre la magia y la adquisición de poderes otorga un cierto componente mágico a la técnica. En cierto sentido, el tecnólogo se convierte en el mago de nuestros tiempos.

1.11. Algunas consideraciones preliminares

En este capítulo introductorio hemos querido presentar una breve visión del complejo fenómeno que constituyen tanto la ciencia como la religión. Cuando se habla de ciencia y de religión, se debe tener presente que se trata en ambos casos de realidades muy amplias que abarcan una variedad grande de significados. Esto afecta necesariamente a la relación entre las dos. Aunque hay naturalmente, como hemos visto, elementos comunes, su complejidad no debe nunca olvidarse. Considerando las actitudes personales que hemos denominado como «religiosidades» y las tradiciones religiosas que hemos mencionado, de una manera general su relación con la ciencia se verá condicionada por la concepción que tengan de la relación entre la divinidad y el mundo.

En el caso de la religiosidad naturalista, su rechazo de toda realidad sobrenatural limita su concepción a lo puramente natural y, por tanto, asume que el mundo es la única realidad. Para la corriente puramente materialista no se ha de buscar más allá de la realidad material y, consiguientemente, tampoco más allá de la imagen que la ciencia proporciona del mismo. Esta postura considera la ciencia como la única fuente de conocimiento sobre el mundo. La dificultad, en esta actitud, es cómo fundamentar las actitudes que fomenta de búsqueda de sentido o de reverencia por la naturaleza misma. El naturalismo espiritualista añade la dificultad de explicar qué entiende por dimensión espiritual y cómo integrarla en el mundo conocido por la ciencia, que no puede incluir esta dimensión. Este problema se verá con más detalle al tratar el tema del materialismo. Lo que hemos llamado «religiosidad del misterio» parte precisamente del mundo conocido por la ciencia, en el que se descubre algo que va más allá de lo que la ciencia misma puede explicar. Ese «inexplicable en la realidad» es, como dice Einstein, la base de ese tipo de religiosidad. Ya veremos cómo en el pensamiento de algunos científicos, como los grandes físicos Heisenberg y Schrödinger, hay ciertas posturas de este tipo. La ciencia, en estos casos, proporciona el camino en este tipo de religiosidad, cuando detrás de ella se vislumbra algo más que pertenece al ámbito del misterio.

Con respecto a las religiones propiamente dichas, la relación entre la divinidad y el mundo se puede describir con los dos conceptos de inmanencia y trascendencia. El primero se refiere a la presencia de Dios en el mundo, y el segundo a su separación del mismo. Las religiones que ponen el énfasis en la inmanencia de Dios pueden desembocar en un verdadero panteísmo o monismo, en el que toda la realidad es una sola cosa, como hemos visto en el caso de las tradiciones orientales del hinduismo, el budismo y el taoísmo. La tradición teísta que se inicia en el judaísmo antiguo y es asumida por el cristianismo y el islam mantiene un Dios personal, trascendente, creador del mundo, que de esta forma está separado de él, aunque no niega su presencia en él.

Las corrientes religiosas de corte inmanentista, como las tradiciones hinduista, budista y taoísta que hemos destacado, parecen, a primera vista, tener en sí mismas poca relación con la ciencia, al identificar toda la realidad con la divinidad. El mundo que

aparece a los sentidos no es más que una apariencia de una realidad subyacente que no puede ser comprendida (Brahma o Tao). Además, el concepto cíclico del tiempo, en el que nada realmente nuevo puede suceder y que engendra un cierto pesimismo sobre el significado de cualquier empresa humana, añade un elemento negativo a la posibilidad de desarrollo de la ciencia. De esta opinión es Stanley Jaki, que examina las culturas clásicas de la India y de China con respecto a su relación con la ciencia¹⁸. Sin embargo, Fritjof Capra encuentra un paralelismo entre los principios del hinduismo y el taoísmo y la física moderna cuántico-relativista¹⁹. Según él, las teorías y modelos de la física moderna llevan a una visión del mundo que es internamente consistente y que está en perfecta armonía con las visiones del misticismo oriental. El físico y el místico llegan a una misma intuición de la unidad esencial de todas las cosas: uno, partiendo del mundo externo, y el otro del interno. Para ello toma algunas propiedades de la física de los fenómenos subatómicos, como la no-localidad y el entrelazamiento, que interpreta como un acercamiento al concepto de unidad esencial de la mística oriental.

La concepción de un Dios creador separado del mundo se inicia con la tradición judía, que es aceptada tanto por el cristianismo como por el islam. Su primera expresión, «en el principio creó Dios el cielo y la tierra» (Gn 1,1), indica la trascendencia de Dios, que no se identifica con el mundo que él crea libremente. Al mismo tiempo, indica la secularización del mundo, que puede ser, por tanto, observado y estudiado en sí mismo, con el abandono de la confusión entre mundo y divinidad, expresada también en la tradición occidental por los mitos cosmogónicos. Esta desmitificación del mundo es un paso necesario para que éste pueda ser estudiado racionalmente. Este proceso se logra por otro camino en la Grecia antigua. Los filósofos griegos de la naturaleza se plantearon, ya desde el siglo VI a.C., cómo explicar qué es el mundo desde la razón y, de esta forma, pusieron las bases de la

18. S.L. JAKI, *Science and Creation. From Eternal Cycles to an Oscillating Universe*, Scottish Academy Press, Edinburgh 1986.

19. F. CAPRA, *El Tao de la física. Una exploración de los paralelos entre la física moderna y el misticismo oriental*, Luis Cárcamo, Madrid 1987².

explicación científica²⁰. La unión de estas dos corrientes de secularización del mundo se da en el cristianismo, donde ya los Santos Padres de los siglos IV y V utilizaron la ciencia y la filosofía griegas para explicar el relato de la creación. Esta corriente llevó más tarde, en la Edad Media, a la separación entre la teología basada en la revelación y la filosofía basada en la razón, como veremos con más detalle. El reconocimiento en el pensamiento cristiano medieval de la filosofía natural (hoy lo llamaríamos «ciencia») como un saber autónomo sobre la naturaleza contribuyó al desarrollo de la ciencia en Occidente.

En conclusión, las visiones religiosa y científica del mundo, aunque distintas, tienen puntos de contacto e históricamente han interactuado entre sí de varias maneras a lo largo del tiempo. No podía ser de otro modo, ya que se trata de visiones del mismo hombre sobre el mismo mundo. Cuando las ciencias nos hablan del origen del universo, de la vida y del hombre, éstas son cuestiones sobre las que la religión tiene también su respuesta. ¿Son las dos visiones incompatibles? ¿A cuáles hacemos caso? ¿Invalidan unas a otras? ¿Pueden las explicaciones de la ciencia terminar haciendo innecesaria las intuiciones de la religión? A veces se tiene la impresión de que se concibe el progreso científico como una amenaza para la religión, como si cada avance de la ciencia constituyese necesariamente un retroceso de la religión. En los capítulos que siguen trataremos de iluminar estas cuestiones, considerando la relación entre ciencia y religión desde distintos puntos de vista.

20. C.F. VON WEIZSÄCKER, *La Importancia de la ciencia*, Labor, Barcelona 1968.

2. Conocimiento científico y conocimiento religioso

2.1. La filosofía, un terreno intermedio

EN el capítulo anterior hemos presentado la ciencia y la religión como formas distintas de conocimiento. Para entrar con más detalle en este tema necesitamos de la reflexión filosófica como un terreno intermedio entre las dos, necesario para su comprensión y para establecer una recta relación entre ellas. La confrontación entre religión y ciencia, sin considerar el análisis filosófico sobre ambas, no puede menos que llevar a veces a consecuencias equivocadas. La filosofía es un campo propio del pensamiento, distinto del científico y del religioso. Dos partes de la filosofía, la metafísica y la epistemología, son especialmente importantes en este tema¹. A la metafísica u ontología, es decir, ciencia del ser, modernamente a veces no sólo no se le reconoce su propia importancia, al considerársela como demasiado desligada del mundo sensible, sino que en ocasiones se le ha negado totalmente su propia validez. La metafísica, que trata de los problemas más generales del ser en cuanto tal, su origen y finalidad, se ha considerado desde la crítica del positivismo como una vana especulación. A pesar del rechazo de la metafísica, el concepto mismo del ser en sí mismo sigue siendo algo que merece nuestra reflexión. Por otro lado, la epistemología o teoría del conocimiento ha mantenido su importancia al dedicar modernamente

1. Sobre la historia y los problemas de la metafísica y la epistemología, véase T. HONDERICH (ed.), *Enciclopedia Oxford de Filosofía*, Tecnos, Madrid 2001, pp. 721-730 y 311-318.

sus esfuerzos a investigar las características del conocimiento científico. Distinguir entre el tipo de conocimiento que podemos y el que no podemos llamar «ciencia» sigue siendo un problema sobre el que el pensamiento filosófico tiene mucho que decir. Pero la epistemología no puede reducirse tan sólo al conocimiento científico, sino que se extiende al análisis de todo tipo de conocimiento entre ellos, incluido el religioso. Un tema fundamental en el pensamiento filosófico, que incide en la relación entre ciencia y religión, es la relación entre conocimiento y realidad y el sentido que se debe dar a los conceptos de verdad y objetividad.

La reflexión filosófica aplicada a la ciencia es el objeto de la filosofía de la ciencia, y la aplicada a la religión es el objeto de la filosofía de la religión². Los resultados de ambas disciplinas son importantes para esclarecer la relación entre ciencia y religión. La filosofía de la ciencia se ha centrado, sobre todo, en el análisis del conocimiento científico, pero incluye también los aspectos históricos y sociales de la práctica de la ciencia. Estos últimos aspectos han adquirido modernamente una especial importancia, ya que iluminan aspectos de la ciencia que permanecían ignorados en un mero análisis lógico. Nuestra comprensión de la ciencia hoy le debe mucho a la incorporación de estos elementos. La filosofía de la religión, por su parte, toma su origen en una reflexión sobre la experiencia de las actitudes encontradas en las distintas tradiciones religiosas. En esta reflexión se utilizan diversos puntos de vista, como el psicológico, que estudia los diversos sentimientos y emociones vinculados a la experiencia religiosa, el sociológico, que estudia el carácter social de las comunidades religiosas, y el histórico, que presta atención al desarrollo en el tiempo de las religiones y sus implicaciones en la cultura de los pueblos. En este capítulo nos vamos a centrar en los aspectos cognoscitivos para examinar las diferencias y similitudes entre el conocimiento científico y el religioso.

2. T. HONDERICH (ed.), «Historia y problemas de la filosofía de la ciencia», en *op. cit.*, pp. 166-174; «Historia y problemas de la filosofía de la religión», en *op. cit.*, pp. 905-912.

2.2. Filosofía de la ciencia: de Aristóteles a Kant

Para empezar, haremos un breve recorrido por los desarrollos más importantes de la filosofía de la ciencia³. No es de extrañar que la primera reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico se diera en la antigua Grecia, que fue la cuna de la ciencia. Allí se empezó ya a distinguir entre el conocimiento ordinario, al que se asignó el término «opinión» (*doxa*) y el de la «ciencia» (*episteme*). El análisis más completo sobre la naturaleza de la ciencia lo encontramos en Aristóteles (384-322 a.C.), sobre todo en su tratado *Segundos analíticos* y en ciertas partes de su *Física* y su *Metafísica*. La importancia de su pensamiento es enorme, ya que permaneció vigente en Occidente durante la Edad Media y hasta el siglo XVII, cuando la ciencia moderna exigió una reformulación de las ideas, y muchos de sus análisis siguen siendo válidos. Para Aristóteles, el conocimiento científico implica un movimiento inductivo y otro deductivo; de los casos particulares se asciende a los primeros principios, y de éstos se desciende a los casos particulares, que quedan de esta forma explicados. En cada ciencia hay que admitir unos primeros principios, que son los puntos de partida para todas las demostraciones siguientes. La ciencia misma sobre un objeto cualquiera se define como conocimiento verdadero por sus causas, que se reducen a cuatro: causa material, causa formal, causa eficiente y causa final. Una vez que se han establecido estas cuatro causas para un objeto o fenómeno determinado, éste es adecuadamente conocido. Al introducir la causa final, o la finalidad, en el análisis de las causas, Aristóteles se alejaba de la doctrina de los atomistas, como Demócrito, que sólo aceptaban las causas materiales y eficientes. Su mayor interés por la biología explica la inclusión de la consideración de la finalidad que creía necesaria para explicar el comportamiento de los seres vivos. La inclusión del conocimiento de las cuatro causas, como requisito para un enunciado científico, separaba la física, ciencia de la naturaleza en la que el objeto esencial es el cambio, de las matemáticas, en las que sólo entraban causas for-

3. J. LOSEE, *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Alianza, Madrid 1981.

males, sin que se experimenten cambios en su objeto. El concepto de verdad, para Aristóteles, está vinculado a su postura realista de que se puede dar una adecuación entre el conocimiento y la realidad, el entendimiento y las cosas. Las leyes científicas son para él verdades necesarias que reflejan relaciones causales de la naturaleza.

La antigüedad griega proporcionó también una perspectiva alternativa sobre la ciencia en la que lo fundamental es el conocimiento de la armonía matemática, que finalmente constituye la esencia misma de las cosas. Esta doctrina se encuentra ya presente en Pitágoras y su escuela en el siglo VI a.C. y fue recogida más tarde por Platón (429-347 a.C.), de quien Aristóteles había sido discípulo. Para Platón, la ciencia consiste en la contemplación del mundo de las ideas o formas puras, de las que el mundo sensible es sólo un reflejo. Al mundo de las ideas puras pertenecen las relaciones matemáticas, cuyo conocimiento no necesita ningún soporte sensible y que son necesariamente verdaderas. La doctrina platónica pone el énfasis en el descubrimiento en el mundo sensible de las relaciones matemáticas de acuerdo con las cuales está configurado. Dentro de esta escuela, los astrónomos Eudoxo de Cnido y Heráclides de Ponto desarrollaron los primeros modelos geométricos del movimiento de los astros. Estas ideas tuvieron su continuidad en las escuelas neoplatónicas posteriores, que insistieron en que los números y las relaciones numéricas constituyen la naturaleza última de las cosas. Es fácil ver que las aplicaciones de las matemáticas a la astronomía, la mecánica y la óptica por autores griegos como Hiparco, Arquímedes, Euclides y Ptolomeo se vieron favorecidas por estas ideas. El resurgir de las ideas neoplatónicas en Occidente durante el Renacimiento influyó positivamente en el nacimiento de la ciencia moderna. Se puede decir, aún hoy, que en toda la física matemática sigue habiendo un cierto trasfondo platónico-pitagórico.

Con el comienzo de la ciencia moderna a partir de los descubrimientos de Copérnico, Galileo y Kepler, se plantea la necesidad de una nueva filosofía que sustituya al escolasticismo, basado básicamente en la doctrina de Aristóteles y de sus comentaristas medievales. La nueva filosofía se fundamentará en los dos aspectos de la nueva ciencia, el racionalismo y el empirismo. El primero refleja el aspecto deductivo de la matematización de los fe-

nómenos de la naturaleza en la ciencia, y el segundo la base de las observaciones y experimentos a los que en ella se hace referencia. Ya Galileo Galilei (1564-1642) había insistido en estos dos aspectos de la ciencia: la fundamentación en las observaciones y experimentos y la formalización matemática; el libro de la naturaleza, según él, está escrito en el lenguaje de las matemáticas. El racionalismo se encuentra principalmente en la escuela francesa, representada por René Descartes (1596-1650), quien propuso una nueva filosofía para sustituir al aristotelismo, que había quedado inservible por el avance de la nueva ciencia. Descartes busca un fundamento sólido para el conocimiento que le permita evitar todo error a través de la duda metódica, que le conduce a la evidencia última del «pienso, luego existo». A partir de este primer principio, afirmará que solo las ideas que se presentan a la mente de forma clara y distinta pueden ser verdaderas. Así pasa de la propia existencia a la de Dios y, finalmente, a la del mundo exterior. Un radical dualismo de materia y espíritu le lleva a considerar la primera como mera extensión y, por tanto, cognoscible a través de las matemáticas. En principio, todas las propiedades de los cuerpos materiales podrían ser deducidas matemáticamente y verificadas posteriormente en las observaciones. Para ello Descartes había unificado el álgebra y la geometría en una «*mathesis universalis*». Las demostraciones matemáticas cumplían a la perfección la exigencia del criterio de verdad de las ideas claras y distintas. Este punto de vista se adaptaba perfectamente al mecanicismo, que reducía todos los fenómenos físicos a interacciones mecánicas (choques) de materia en movimiento, expresables en forma matemática.

El otro polo de la ciencia moderna, el empirismo, se encuentra representado por la escuela inglesa, iniciada por Francis Bacon (1561-1626) con su obra *Novum Organum*, donde Bacon propuso su teoría del método científico, que debía sustituir a la aristotélica, la cual ya no se adaptaba a las necesidades de la ciencia moderna. Bacon mantuvo el esquema básico inductivo-deductivo, pero puso el énfasis en la parte inductiva. El conocimiento científico se fundamenta en los datos adquiridos por la observación. Estos datos forman una serie de «historias naturales y experimentales» que constituyen la base segura de la ciencia. Entre estos datos, el científico debe buscar correlaciones con un

grado cada vez mayor de generalización. A partir de ellas se puede llegar a proponer leyes, aunque Bacon no estaba interesado en su formalización matemática. Otro aspecto importante de su pensamiento es el énfasis en la aplicación práctica de la ciencia y su separación de la teología. Él fue uno de los primeros en formular la doctrina de los dos libros, el libro de la naturaleza y el de la revelación, que debían mantenerse separados. El empirismo de Bacon fue desarrollado, entre otros, por David Hume (1711-1776), que estableció una demarcación clara entre los enunciados necesarios de las matemáticas y los contingentes de la ciencia empírica. Negó la existencia de ideas innatas que había defendido Descartes y propuso que las sensaciones de los sentidos son la única fuente de conocimiento en cuestiones de hecho. Esto, en realidad, ya había sido propuesto por Aristóteles al afirmar que nada hay en el intelecto que no haya estado antes en los sentidos. Así, Hume afirmaba que la ciencia comienza con impresiones sensibles, y sólo puede contener enunciados contruidos a partir de ellos negando la validez de la metafísica. Negó la idea misma de causalidad y el que se pudiera llegar a un conocimiento necesario de la naturaleza. Según él, a lo más que se puede aspirar es a un nivel alto de probabilidad.

La figura clave de la ciencia moderna es Isaac Newton (1642-1736), quien también desarrolló una filosofía de la ciencia en la que analiza tanto su formalización matemática como su base empírica. Newton propone que en la ciencia se da una composición del método de análisis, que va, por inducción, de las observaciones y los experimentos a los principios generales, y el método de síntesis, que procede de los principios a las observaciones de los fenómenos. La influencia de la obra de Newton ha marcado profundamente el camino de la ciencia.

Immanuel Kant (1724-1804), profundamente influido por la obra de Newton, reaccionó contra las consecuencias negativas a las que había llegado Hume y buscó fundamentar una necesidad en los enunciados sobre la naturaleza, estableciendo una nueva teoría sobre el conocimiento. Kant distinguió entre la «cosa en sí» y la cosa conocida o el «fenómeno», situando entre ambas la estructura *a priori* del sujeto que conoce. Simplificando y reduciendo mucho su complejo sistema, el proceso del conocimiento sigue las siguientes etapas: los datos de los sentidos son estructura-

dos por las formas de la sensibilidad del espacio y del tiempo; éstas pasan a ser ordenadas de acuerdo con las «categorías del entendimiento» (unidad, causalidad, etc.), resultando en los «juicios de la experiencia»; finalmente, se organizan por la aplicación de los «principios reguladores de la razón». La organización sistemática del conocimiento a partir de los juicios empíricos, que es el rasgo más importante de la ciencia, se logra a través de la aplicación de los principios reguladores de la razón. La necesidad de los enunciados se basa en la estructura misma del sujeto que conoce. Se puede decir que para Kant el espacio y el tiempo absolutos de Newton y los principios de la geometría euclidiana serían necesarios como parte de las formas *a priori* de la sensibilidad. En consecuencia, la mecánica newtoniana es no sólo necesaria, sino la única posible. Kant llamó la atención sobre la importancia de la consideración del sujeto en el proceso del conocimiento, elemento importante para el problema de la relación entre conocimiento y realidad.

2.3. Positivismo

En el análisis filosófico de la ciencia tiene una gran importancia la corriente de pensamiento conocida como «positivismo»⁴, cuyo origen se remonta a la obra de Auguste Comte (1798-1857), publicada entre 1830 y 1842, *Curso de filosofía positiva*. En ella proponía que el conocer humano había evolucionado en tres etapas: una primera de explicación teológica en términos de acción de la divinidad; una segunda, metafísica o filosófica, basada en principios abstractos; y, finalmente, la explicación científica, basada en las relaciones positivas entre los fenómenos. Las ciencias consideradas como disciplinas positivas se ordenaban, teniendo a las matemáticas como fundamento, en el siguiente orden: física, química, biología, psicología y sociología. Entre los años 1920 y 1936 se desarrolla la corriente denominada «positivismo lógico» por los autores conocidos como el «Círculo de Viena», entre los que se

4. R. VON MISSES, *Positivism*, Dover, New York 1968; D. STANESBY, *Science, Reason and Religion*, Croon Helm, London 1985, pp. 6-46.

encuentran Moritz Schlick, Rudolf Carnap y Otto Neurath, así como otro grupo en Berlín, con Hans Reichenbach, Carl Hempel y Richard von Mises y con los cuales están relacionados también, en Inglaterra, Alfred. J. Ayer, Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein. El interés principal de estos filósofos era establecer claramente el fundamento y la validez del conocimiento científico y el criterio de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no lo es. Estaban, por tanto, profundamente preocupados por el problema del análisis lógico del lenguaje científico y la clarificación del sentido de sus afirmaciones y conceptos básicos. Consideraban que éste debe ser el cometido principal de la filosofía, apartándose de las corrientes idealistas y existencialistas.

Para los autores de positivismo lógico, procediendo por el método del análisis, el lenguaje científico ha de reducirse finalmente a sus elementos más sencillos. Estos elementos, como ya había sido anticipado por el físico y filósofo Ernst Mach, se reducen a los datos inmediatos de las sensaciones sensoriales y se expresan en los elementos más irreductibles del lenguaje tanto científico como cotidiano. Estos últimos elementos lingüísticos que expresan los datos de los sentidos se denominan las «sentencias protocolarias» y constituyen la base de toda expresión lingüística. El cometido de la ciencia es construir la descripción de los fenómenos a partir de estos elementos básicos. El proceso de formación de la ciencia es, pues, el de la inferencia inductiva, que toma como punto de partida la experiencia de los sentidos, considerada como algo irreductible, y a partir de ella, por inducción, llega a expresiones que describen el comportamiento regular de los fenómenos que pueden expresarse como leyes o teorías. A partir de éstas se puede llegar, por deducción, a nuevas consecuencias que deben confrontarse también con la experiencia. El criterio único del sentido de cualquier expresión es, por tanto, su verificación en la experiencia. Lo cual implica que la experiencia es, en principio, independiente de toda teoría o explicación anterior, lo que fue objetado posteriormente, insistiéndose en que no existen experiencias brutas no teñidas ya de algún tipo de interpretación. Las afirmaciones que no pueden verificarse en la experiencia se declaran carentes de todo sentido, lo que condena a esta situación a todas las afirmaciones de la metafísica y de la religión. Un caso aparte lo constituyen las proposiciones de la lógi-

ca y las matemáticas, que no encierran ningún contenido empírico y solo tienen una consistencia formal. Los positivistas distinguen entre el lenguaje como representación de hechos o regularidades en la naturaleza, la expresión de las emociones y el servir de guía para los comportamientos. Sólo el primero es verificable en la experiencia y, por lo tanto, racionalmente válido y de pleno sentido. Estas afirmaciones pertenecen a las formas más radicales del positivismo y fueron atenuadas por posturas posteriores.

Profunda influencia en este movimiento tiene la obra de Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus*, donde hace un profundo, y en muchos aspectos demoledor, análisis del lenguaje⁵. Según él, la tarea del filósofo es la crítica del lenguaje, para ver qué enunciados lingüísticos tienen sentido y cuáles carecen de él, a través de la lógica del lenguaje ideal. Sostiene que la mayor parte de los interrogantes sobre cuestiones filosóficas, como las relaciones entre el lenguaje y el mundo, no son falsas, sino carentes de sentido. Coincide así con el positivismo en que sólo el lenguaje científico puede considerarse como dotado de sentido. Sin embargo, existe también lo inexpresable, lo «místico», como el sentimiento del mundo como un todo; pero todo lenguaje sobre él es imposible. En su segunda época, Wittgenstein retrocede de la posibilidad del lenguaje ideal a la praxis de los juegos lingüísticos fácticos. El lenguaje es lo definitivamente dado, en cuanto que es actividad práctica fáctica. Él mismo no dejó del todo claro el sentido total de los juegos lingüísticos, que han sido interpretados posteriormente de distintas maneras⁶. Esta corriente de poner como base de la racionalidad científica la acción comunicativa del lenguaje fue desarrollada posteriormente por autores como Jürgen Habermas. Dentro del análisis de los sistemas formales de lenguajes tienen una gran importancia las aportaciones de Kurt Gödel, el cual, investigando las teorías matemáticas más elementales, demostró que todo sistema formal libre de contradicciones no puede ser en sí mismo completo, y en él se da, necesariamente, al me-

5. L. WITTGENSTEIN, *Tractatus logico-philosophicus* (1921) (versión e introducción de Jacobo Muñoz e Isidoro Reguera), Alianza, Madrid 2003; H. PEUKERT, *Teoría de la ciencia y teología fundamental*, Herder, Madrid 2000, pp. 66-82.

6. H. PEUKERT, *op. cit.*, pp. 149-158.

nos un principio que dentro del sistema no puede ser ni demostrado ni refutado. Sus conclusiones llevaron a replanteamientos sobre las características de los sistemas formales.

Una de las críticas más fuertes de algunos de los principios del positivismo fueron presentadas por Karl Popper, que partía de esta posición⁷. Popper, tras un largo análisis, mostró que el criterio de verificabilidad en la experiencia es en realidad imposible de realizar. Concluyó que la inducción completa no es posible y que las leyes no se inducen directamente de las observaciones. De hecho, la verificación en la experiencia se utiliza para comprobar una ley general, no para inducirla. Popper rebaja el criterio de demarcación de la ciencia de la verificación a la falsación. Así como no está claro cuántas veces debe verificarse la coincidencia entre una hipótesis y las observaciones para que esta sea válida, basta una sola situación contraria para que la hipótesis sea rechazada como falsa. De esta forma, propuso que para que un enunciado sea científico es necesario que pueda demostrarse que puede ser falso, por recurso a la experiencia. Éste es para Popper el criterio de demarcación. Enunciados cuya posible falsedad no puede demostrarse en la experiencia no pueden considerarse científicos. La historia muestra que esto no siempre ha funcionado de esta forma, y Popper evolucionó más tarde hacia posturas todavía más matizadas, en las que los enunciados científicos deben estar abiertos a una evaluación crítica, tanto en su relación con las observaciones como enmarcándose en nuevos sistemas conceptuales o teorías. Con respecto a la carencia de sentido del conocimiento no verificable, Popper admitió la existencia, además del mundo del conocimiento científico, del mundo subjetivo, en el que la falsación experimental no es posible, pero que no está carente de sentido y puede estar abierto a una evaluación crítica. Según él, pueden darse enunciados perfectamente dotados de sentido que desbordan el campo de las ciencias empíricas: las proposiciones metafísicas, por ejemplo, pueden ser perfectamente razonables. Esto supone una apertura de su pensamiento a la posibilidad de dar validez a otros tipos de conocimiento además del conocimiento científico.

7. K. POPPER, *La lógica de la investigación científica*, Tecnos, Madrid 1977.

2.4. Nuevos desarrollos

El estudio de la historia de la ciencia ha introducido nuevas ideas sobre la naturaleza del conocimiento científico. Uno de los primeros en sacar conclusiones sobre la naturaleza de la ciencia a partir de las consideraciones históricas fue Thomas Kuhn⁸. Para explicar como se producía un cambio radical en el pensamiento científico, como el que tuvo lugar en astronomía con el cambio del geocentrismo representado por Ptolomeo al heliocentrismo de Copérnico, Kuhn introdujo el concepto de «paradigma científico», es decir, el marco amplio conceptual dentro del cual se desarrolla un tipo de ciencia concreta. Kuhn distingue entre dos tipos de hacer ciencia: la ciencia normal, cuando se trabaja y avanza dentro de un mismo paradigma, y las revoluciones científicas, cuando se cambia de un paradigma a otro nuevo. La revolución copernicana y el cambio de la física clásica a la cuántica son ejemplos de cambios de paradigma en astronomía y en física. Estos cambios no se producen por nuevas observaciones, que no eran explicadas en el paradigma anterior, sino por una nueva manera de mirar el problema. En cierta manera, los paradigmas no están en continuidad ni son conmensurables entre sí, y su aceptación no viene dada por la fuerza de las observaciones, sino que es un proceso lento en el que el nuevo paradigma se va imponiendo, al ir explicando más y mejor los datos de observación. Cuando un nuevo paradigma es propuesto, se da una resistencia a su aceptación, y en general son las nuevas generaciones de científicos las que lo hacen. Esta propuesta ponía en duda la doctrina positivista de la necesaria inducción de las teorías a partir de los observables.

La incorporación de estos fenómenos históricos en el desarrollo de la ciencia está presente también en la propuesta de Imre Lakatos, discípulo de Popper, quien propuso una idea similar a la de Kuhn⁹. En ella, en lugar de paradigmas, se habla de «programas de investigación», estructuras conceptuales muy amplias que

-
8. T. KUHN, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México 1977.
 9. I. LAKATOS, *The Methodology of Scientific Research Programs*, Cambridge University Press, Cambridge 1984.

pueden englobar varias teorías y que sirven de guía a la investigación científica. En ellos se distingue entre el núcleo central y un cinturón protector. La presencia de observaciones anómalas puede tenerse en cuenta con cambios en el cinturón protector, manteniendo el núcleo central. Por ejemplo, la propuesta de Tycho Brahe, que no aceptaba el sistema de Copérnico, mantenía la posición central e inmóvil de la Tierra, es decir, el núcleo central, pero ponía los demás satélites girando alrededor del Sol, que mantenía girando en torno a la Tierra, cambio en el cinturón protector. Para Lakatos los programas se mantienen mientras son fecundos a la hora de estimular nuevas investigaciones, y degeneran y se abandonan cuando se hacen cada vez más confusos y estériles. Esta situación pide un cambio en el núcleo central del programa, que debe ser sustituido por uno nuevo. Una propuesta más radical es la de Paul Feyerabend, que rechaza la propuesta de Popper y propone que la ciencia es una empresa esencialmente anárquica, en la que no hay normas fijas de conducta¹⁰. Para él, el anarquismo teórico es más humanista y más adecuado para estimular el progreso que sus alternativas basadas en «la ley y el orden». Según él, el progreso de la ciencia sólo es explicable de este modo, ya que para que una nueva hipótesis avance no debe conformarse con la teoría aceptada, a la que trata de remplazar, pues de lo contrario no podría hacerlo. Feyerabend mantiene que ninguna observación está libre de interferencia teórica, por lo que las observaciones solas no pueden nunca llevar a un cambio de teoría, pues están llenas de la teoría anterior.

Otra posturas más radicales, como las del constructivismo, ponen el énfasis en las influencias históricas y sociales en la construcción de la ciencia. La ciencia es considerada como una empresa humana histórica y debe ser estudiada como tal. En ellas se hace una crítica de la ciencia universal eterna y del mito de la objetividad científica. Estas tendencias llevan a un relativismo de la ciencia, que no es generalmente aceptado¹¹. John Ziman, cuya definición de ciencia comentamos en el capítulo anterior, hace una

10. P. FEYERABEND, *Tratado contra el método*, Tecnos, Madrid 1981, pp. 7-17.

11. Una crítica de las posturas relativistas se encuentra en A.F. CHALMER, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Siglo XXI, Madrid 1991, pp. 39-58.

crítica a la posición heredada del positivismo, que él denomina la «leyenda», que convierte la ciencia en un conocimiento objetivo absoluto, verificable y absolutamente fiable, y cuya naturaleza se puede deducir de un análisis lógico¹². Ziman sostiene, que a pesar de todos sus esfuerzos, la filosofía no ha sido capaz de resolver el problema epistémico de la ciencia y establecer definitivamente qué tipo de conocimiento la produce. En su análisis de la ciencia hace hincapié en su carácter público, la repetibilidad de los experimentos y el papel de la comunidad científica. La ciencia produce un conocimiento que es fiable por los procesos de confrontación entre las teorías y las observaciones y que está avalado por los controles impuestos por la comunidad científica. Alan Chalmers, con una postura más tradicional que rechaza tanto el positivismo clásico como el relativismo, sostiene que la relación entre los dos elementos de la ciencia, su base empírica y el marco conceptual de leyes y teorías, es complejo, y los criterios utilizados para su validación son temporales y cambiantes¹³. Para él no existe un criterio atemporal y absoluto del conocimiento científico.

2.5. Observaciones y teorías

El breve recorrido histórico que hemos hecho por algunas de las posturas más importantes sobre la naturaleza del conocimiento científico ha puesto de manifiesto los dos elementos fundamentales de la ciencia: por un lado, su base empírica de observaciones y experimentos; por otro, el marco conceptual de las leyes y teorías. Examinemos ahora un poco estos dos elementos.

El primer elemento del conocimiento científico lo forman los conceptos científicos; por ejemplo, en física, espacio, tiempo, masa, carga eléctrica, etc. Los conceptos están relacionados con observaciones y experimentos, pero no son fruto de una observación directa. La naturaleza misma de las observaciones es com-

12. J. ZIMAN, *Real Science. What It Is and What It Means*, Cambridge University Press, Cambridge 2000, pp. 1-11, 172-177 (trad. cast.: *¿Qué es la ciencia?*, Cambridge University Press, Madrid 2003).

13. A.F. CHALMER, *op. cit.*, pp. 230-233.

pleja e implica siempre una interacción entre observador y observado. Esto quiere decir que, al observar, siempre se modifica de alguna manera lo que se observa. Por ejemplo, si queremos saber donde está un objeto, tenemos que iluminarlo con un rayo de luz; si el objeto es suficientemente pequeño, una partícula, la incidencia de la luz modifica su velocidad, que no podrá ser medida al mismo tiempo. Este efecto está implícito en el principio de indeterminación de Heisenberg, que afirma que no podemos conocer al mismo tiempo y con la misma exactitud la posición y la velocidad de una partícula. Los factores que entran en una observación son el proceso mismo y el marco de referencias en el que se realiza dicha observación. Esto significa que toda observación está hecha dentro un marco teórico concreto. No hay, por tanto, observaciones brutas, independientes de toda teoría. Las observaciones mismas, como ha sido ya expresado muchas veces, están cargadas de teoría. La inmediatez de las observaciones depende, además, del instrumental con que se hace la observación. El hecho de que este instrumental sea cada vez más complejo conlleva una mayor labor de interpretación del observable mismo. Por ejemplo, la existencia de partículas y la interacción entre ellas sólo puede ser observada a través de una compleja instrumentación.

Un principio de la ciencia es que los observables científicos sean públicos y repetibles por cualquier observador. Esta cualidad es la estrategia para eliminar la subjetividad en las observaciones. Una observación que no puede repetirse por otros observadores no puede aceptarse como científica. La intersubjetividad (aquello que es común a muchos sujetos) se considera como el camino a la objetividad. Pero esta intersubjetividad implica que los distintos observadores participen del mismo marco conceptual de referencias para poder observar lo mismo, por lo que «intersubjetivo» no es lo mismo que «objetivo», es decir, correspondiente a la realidad. La objetividad absoluta de las observaciones es un fin realmente inalcanzable, aunque podemos acercarnos a él. A partir de las observaciones, el proceso por que el se llega a la formación de los conceptos es el de análisis y síntesis. El análisis propone que un sistema puede ser comprendido por el estudio de sus partes más simples, es decir, en función de los conceptos más elementales y los observables más simples. La síntesis va del conocimiento de los elementos simples al del sistema complejo

que forman. Aquí nos encontramos con el problema del reduccionismo, que afirma que un sistema puede ser conocido totalmente una vez que se conocen sus partes más simples. Para el reduccionismo, la complejidad del sistema no añade nada nuevo a la combinación de sus elementos. Este problema lo veremos en detalle más adelante.

El problema fundamental que se plantea aquí es el siguiente: ¿qué es lo inmediatamente dado? Dicho de otra manera: ¿son los datos de los sentidos una representación directa de la realidad?¹⁴ Una respuesta positiva a esta pregunta supone considerar observador y observado como dos realidades independientes, y que la operación de observar es puramente pasiva desde el punto de vista del observador. Sólo una postura de realismo ingenuo puede sostener una identidad absoluta entre lo observado y la realidad. Tenemos que tener en cuenta que lo observado no es algo independiente, sino que está incluido en la experiencia misma de la observación; y ya hemos dicho que se da dentro de un cierto marco de referencias. Recordemos la distinción kantiana entre la «cosa en sí» y el «fenómeno» (la cosa conocida), que apunta precisamente a este problema. El positivismo cree poder resolver este problema considerando los «datos de los sentidos» como una base inapelable. Pero esto puede ser engañoso, ya que el sujeto nunca es totalmente pasivo, ni siquiera en los datos más sencillos de las sensaciones. Todo dato de los sentidos, aun los más triviales, tiene ya una cierta elaboración y se integra en un marco de referencias previo. Por ejemplo, Galileo y Scheiner interpretaban las mismas observaciones de las manchas solares: el primero, como manchas en la superficie solar que giraban con el astro, y el segundo como nubes que giraban alrededor del Sol inmóvil, dependiendo de su distinta concepción, copernicana o aristotélica. A nivel popular se considera «objetivo» lo «dado», pero ya hemos visto la dificultad para establecer qué es precisamente lo «dado». Un camino para salir de este impasse es lo que hemos llamado la «estrategia de la intersubjetividad». El observable público y repe-

14. H. MARGENAU, *La naturaleza de la realidad física*, Tecnos, Madrid 1970, pp. 41-75.

tible y, según Ziman, avalado por la comunidad científica se puede considerar como «objetivo»¹⁵.

Un elemento importante en la observación es la medida, ya que permite cuantificar el observable y hacerle, por tanto, capaz de ser tratado matemáticamente. La medida implica definir un proceso de medida y elegir una unidad y escala. En la elección de las unidades hay un cierto convencionalismo, como, por ejemplo, en la elección del metro, el kilogramo y el segundo como unidades de espacio, masa y tiempo. El proceso de medida y cuantificación de los fenómenos es algo previo y necesario para poder utilizar las matemáticas como lenguaje de la ciencia. Por eso, la ciencia sólo trata de aquellos aspectos de la naturaleza que pueden ser susceptibles de medida. La utilización del lenguaje matemático como lenguaje formal de la ciencia permite expresarla en un lenguaje unívoco, entendible por todos de la misma manera. No todas las ciencias han llegado a un mismo nivel de matematización. Cuanto más complejo es el objeto estudiado, tanto más difícil resulta expresar sus comportamientos con fórmulas matemáticas. En este sentido, la física, al ser la ciencia de los procesos más fundamentales de la naturaleza, es la ciencia que ha llegado al grado más perfecto de matematización. No está claro, sin embargo, que se deba considerar la física como el ideal de toda ciencia y que todas deban llegar al mismo nivel de expresión matemática. Aunque el lenguaje cuantitativo de las matemáticas tiene muchas ventajas, en muchas ciencias se emplea un lenguaje descriptivo y cualitativo para procesos que todavía no se ha logrado cuantificar perfectamente.

Lord Kelvin decía que, así como un montón de ladrillos no es una casa, así tampoco un conjunto de observaciones es ciencia. La estructura de la ciencia la proporciona el marco conceptual en el que se integran las observaciones. Ya se ha dicho que toda observación presupone un cierto marco cognoscitivo en el observador, sin el cual la observación misma no es posible. En ciencias, este marco cognoscitivo o formal viene dado por hipótesis, leyes, modelos y teorías. El marco más «débil», en el sentido epistemo-

15. J. ZIMAN, *op. cit.*, pp. 177-181, 253-258.

lógico, son las hipótesis, que tienen el nivel más bajo de aceptación y de firmeza. Una hipótesis puede ser aceptada sólo parcialmente por la comunidad científica y puede cambiarse más fácilmente. Las hipótesis son presupuestos que se proponen para poder interpretar un conjunto de observaciones, y se pueden considerar como el mínimo marco de referencia para ello. Cuando Copérnico propuso por primera vez su sistema, éste no creaba dificultades mientras se propusiera como una hipótesis para explicar el movimiento aparente de los planetas observado desde la Tierra; pero no era aceptado por muchos como la representación de la situación real. La deriva de los continentes, propuesta por Alfred Wegener, fue considerada como una hipótesis y no fue aceptada por una gran parte de la comunidad científica de geofísicos y geólogos. En ciencias, toda hipótesis tiene que tener relación con observaciones y experimentos. Hipótesis que no se refieren a observables empíricos no pueden considerarse científicas y caen en el campo de las especulaciones. Aún hoy, algunas hipótesis cosmológicas pueden correr este peligro.

De la interacción entre hipótesis y observables nacen las leyes, que describen relaciones entre observables que se consideran como aceptadas y establecidas. El establecimiento de leyes implica el presupuesto de la regularidad en el comportamiento de la naturaleza. De este y otros presupuestos de la ciencia hablaremos más adelante. Las leyes, cuando no están integradas en una teoría más amplia y se inducen directamente del comportamiento de los observables, se suelen llamar leyes empíricas. La ley que relaciona el volumen, la presión y la temperatura de un gas tenía este carácter, hasta que fue integrada en la teoría cinético-molecular de los gases. Lo mismo sucedía con las leyes de Kepler del movimiento planetario, hasta que Newton las dedujo de su teoría de la gravitación universal. A veces, algunas leyes tienen un carácter axiomático, como las leyes de la mecánica, y se justifican por la adecuación de sus consecuencias en los observables. Un tipo especial de leyes se refiere, no a los observables directamente, sino a la probabilidad de su ocurrencia, y se denominan «leyes estadísticas».

El marco conceptual por excelencia de la ciencia son las teorías. Éstas son grandes marcos de referencia que abarcan un amplio número de observables, y de ellas se pueden deducir leyes

que gobiernan su comportamiento. En física, la mayoría de las teorías se expresan en forma matemática, y a partir de ellas se pueden deducir matemáticamente las leyes que gobiernan los observables. En otras disciplinas, las teorías se expresan cualitativamente por enunciados de lenguaje. Ejemplos de las primeras en física son la teoría de la gravitación universal, la teoría clásica del electromagnetismo y la teoría general de la relatividad. Un ejemplo de las segundas es la teoría de la tectónica de placas en las ciencias de la tierra. Una función similar a la de las teorías la tienen los modelos. En los modelos se representa lo que puede considerarse como construcciones que justifican los observables. Dentro de la teoría atómica de la materia, una vez que se vio que el átomo no podía ser una partícula sólida, se fueron presentando diversos modelos del átomo, como el de Kelvin, el de Rutherford, el de Bohr y, finalmente, el que hoy se conoce como el «modelo estándar». La presentación actual de la evolución del universo es denominada como el «modelo estándar del big-bang». La diferencia entre teoría y modelos es puramente formal, ya que ambas cosas tienen una misma función en la ciencia.

2.6. Teorías científicas y mundo físico

Hemos presentado de forma muy resumida algunas de las características más importantes del conocimiento científico y cómo se forman las teorías, que son lo que podríamos llamar su «último producto». Podemos preguntarnos ahora qué relación tienen estas teorías con el mundo que nos rodea. Éste es un problema difícil, y la respuesta depende de la postura filosófica que se adopte. En la breve exposición del desarrollo histórico de las distintas teorías sobre la ciencia vimos que las posturas han variado grandemente. Simplificando, se pueden reducir a dos posturas fundamentales: realismo e instrumentalismo, con una gama de posturas intermedias.

El realismo parte de la suposición de la existencia de un mundo físico real fuera del sujeto e independiente de él, así como la posibilidad de conocer esa realidad. En la postura más extrema se permitiría la objetividad y la verdad, es decir, la adecuación perfecta del conocimiento con la realidad exterior. Éstas serían inde-

pendientes del hecho de ser admitidas en un momento dado. El hecho del progreso del conocimiento científico indica que la aproximación al mundo físico nunca es definitiva, ya que, de darse, nuestro conocimiento no podría progresar. El continuo progreso y refinamiento del conocimiento científico a lo largo del tiempo demuestra que en la ciencia la adecuación entre conocimiento y realidad nunca es absoluta. Esto lleva a proponer posturas que se conocen como «realismo crítico». Como lo define John Polkinghorne, es realismo porque mantiene que se puede llegar a un entendimiento verosímil de la realidad, y es crítico porque reconoce la problemática del conocimiento y concede la inhabilidad de poder evitar todas las precariedades intelectuales¹⁶. El realismo crítico supone que lo que conocemos es un mundo real fuera de nosotros, pero que nuestro conocimiento es siempre incompleto, nunca definitivo. Por eso, todas nuestras teorías científicas están siempre abiertas a su revisión. Como lo propone Michael Polanyi, el conocimiento no es ni un acto arbitrario ni una experiencia pasiva, sino un acto responsable que pretende una validez universal¹⁷. Para el realista, las teorías tienen siempre un carácter explicativo, y se puede uno preguntar si son verdaderas o falsas o, en una postura más crítica, si son válidas o inválidas. Chalmers propone la postura que él llama de «realismo no representativo». Ésta es una postura realista, porque parte del supuesto de que el mundo físico es como es, independientemente de nuestro conocimiento sobre él, y las teorías que son aplicables a él lo son siempre. Pero es un realismo no representativo en la medida en que no conlleva una teoría de la verdad como correspondencia entre conocimiento y realidad¹⁸.

El instrumentalismo sostiene que la ciencia es un instrumento útil para nuestra interacción con el mundo físico, pero no nos da un conocimiento real de él. Sus teorías son mecanismos o instrumentos convenientes para relacionar un conjunto de situacio-

16. J. POLKINGHORNE, *Faith, Science and Understanding*, Yale University Press, New Haven 2000, pp. 31-35.

17. M. POLANYI, *Personal Knowledge: Toward a Post-critical Philosophy*, Routledge, London 1958. Citado en POLKINGHORNE, *op. cit.*, p. 34.

18. A.F. CHALMER, *op. cit.*, pp. 203-221.

nes observables con otro. Sólo se puede aspirar a descripciones o mapas del mundo que son útiles, como lo son los mapas de carreteras, pero no tiene sentido preguntarse si los elementos incluidos en las teorías son reales o no. En las posturas más extremas la ciencia, es un mero instrumento¹⁹. Dentro de esta postura no se puede hablar de verdad u objetividad, sino solamente de validez o de éxito. Las teorías que funcionan, es decir, que permiten resultados útiles, son válidas y se deben mantener hasta que se propongan otras que den mejores resultados. También dentro de esta postura se puede hablar de un instrumentalismo moderado que permitiría en la ciencia la presencia de ciertos aspectos condicionados por el mundo físico, pero siempre con elementos de construcción. Esta postura se acercaría a la del realismo crítico, pero con una diferencia en el énfasis, puesto aquí en la instrumentalidad de la ciencia. Las teorías aquí serían sólo instrumentales o descriptivas, y de ellas solo podemos decir si son útiles o inútiles, fecundas o infecundas o, en último término, si son aceptadas o no por la comunidad científica. El concepto de veracidad sería totalmente inaplicable en un sentido estricto.

La consideración de la relación entre las teorías científicas y el mundo real remite al problema de los presupuestos filosóficos de la ciencia. Ésta es una cuestión debatida y con posturas encontradas: unas, que niegan la existencia en la ciencia de cualquier tipo de presupuestos; otras, que los consideran necesarios. La verdad es que tenemos que admitir que es difícil desligar la ciencia de toda consideración filosófica. La frontera entre estas dos disciplinas es bastante borrosa. En el pensamiento griego, lo que hoy llamamos «ciencia», la filosofía natural, era una parte de todo un cuerpo de conocimiento que, en la obra de Aristóteles, comprendía desde la lógica hasta la metafísica y la política. A lo largo de la historia de la ciencia, las consideraciones filosóficas nunca han estado del todo ausentes. Newton, que todavía llamó a su obra «filosofía natural», no dudó en incluir al principio del tercer libro de su *Principia mathematica* sus cuatro reglas para filosofar; en el escolio general, una referencia a Dios creador; y en el tercero de

19. *Ibid.*, pp. 225-235.

la *Óptica*, lo que entendía por el método de análisis y de síntesis. La renuencia de Einstein a aceptar la mecánica cuántica nacía de su postura filosófica determinista; sus discusiones con Niels Bohr sobre este tema tenían un fuerte carácter filosófico. Aunque no se hagan siempre explícitas, la mayoría de los científicos tienen ciertas posturas filosóficas que se pueden considerar como un realismo de cierto tipo. Es decir, creen que existe un mundo real con el que tienen que ver las teorías científicas.

Mariano Artigas propone tres tipos de presupuestos: ontológicos, epistemológicos y éticos, que son necesarios para la posibilidad misma de la ciencia²⁰. Los primeros se refieren a la existencia misma de un mundo real que posee un orden natural; los segundos, a que ese mundo y su orden son cognoscibles; y los terceros, a que la empresa científica merece la pena, es decir, que representa para el hombre un valor positivo. Estos tres tipos de presupuestos están relacionados con lo que Artigas considera las tres dimensiones de la ciencia, considerada respectivamente como una actividad humana dirigida hacia objetivos (éticos), como el método para lograr los objetivos a partir de unas capacidades humanas cognoscitivas (epistemológicos) y como el conjunto de los resultados que se obtienen al aplicar este método al orden natural (ontológicos). Una postura semejante es la de Paul Davies, que afirma que toda la empresa científica está edificada sobre la hipótesis de que la naturaleza es racional²¹. Davies se pregunta, además, por qué el mundo es precisamente cognoscible a través de las matemáticas, y cita a Einstein: «lo único incomprensible en el universo es que sea comprensible». Edwin Burt examina detenidamente los presupuestos filosóficos introducidos con la ciencia moderna y que asignan la última realidad y la eficacia causal al mundo de las matemáticas, que se identifica con el de los cuerpos materiales que se mueven en el espacio y el tiempo de la mecánica de Newton; y se pregunta si siguen siendo válidos²². Estos

20. M. ARTIGAS, *La mente del Universo*, Eunsa, Pamplona 2000², pp.58-95.

21. P. DAVIES, *La mente de Dios. La base científica para un mundo racional*, McGraw Hill, Madrid 1993, pp. 11-13, 83-96.

22. E.A. BURTT, *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Doubleday, Garden City, N.Y., 1954.

presupuestos no forman parte de la ciencia, sino que están implícitos y son necesarios para su propia existencia. Son, en conclusión, presupuestos filosóficos. Los científicos preocupados por construir y embellecer el edificio de la ciencia se olvidan de los cimientos, que, aunque no se ven, son imprescindibles para que el edificio mismo pueda sustentarse. Estos presupuestos, finalmente, están abiertos a una posible interpretación teológica, si nos preguntamos por qué existe el mundo y por qué, siendo una realidad independiente, es racional e inteligible por el hombre.

2.7. Religión y filosofía

Las primeras interacciones entre filosofía y religión se dieron ya entre los filósofos de la antigua Grecia, que no pudieron menos que comentar sobre las creencias religiosas de sus contemporáneos y comparar con ellas su pensamiento filosófico. Su crítica de la religión popular politeísta, con sus mitos demasiado groseros, les llevó algunas veces a ser tenidos por irreligiosos o ateos, como le sucedió a Sócrates. Para Platón, la religión era importante, y en sus diálogos presenta un rechazo de las dudas sobre lo divino, así como del ateísmo y del escepticismo. En ellos llama la atención sobre lo diferentes que son la idea de la divinidad obtenida por la filosofía y las concepciones que de ella se tienen enmascaradas en los mitos. El camino de la filosofía, que ocupa en su pensamiento el lugar de la religión, consiste en librarse de los engaños del mundo sensible y llegar a la contemplación del mundo ideal de las formas, que tienen un carácter divino y entre las que ocupa el lugar preeminente la idea del Bien²³. Aristóteles arguye en favor de la existencia de un Motor Divino del cosmos que causa el movimiento de todas las esferas celestes que forman el universo, al constituir el universal objeto del deseo. No se trata aquí de un artífice divino del cosmos, como en el caso de Platón, ya que el cosmos mismo es igualmente eterno y necesario como su último motor. Las ideas platónicas y aristotélicas serán reelaboradas con

23. F. CHATELET (ed.), *Historia de la filosofía* (4 tomos), Espasa-Calpe, Madrid 1976, tomo 1, pp. 120-123.

respecto a su pensamiento religioso, sobre todo a partir del siglo I, con contactos con el judaísmo y el cristianismo. El neoplatonismo, en el que destaca la figura de Plotino en el siglo III, con una gran influencia en el mundo grecorromano, propone una jerarquía de todos los seres, poniendo en su cúspide un ser último, el Uno, como una entidad sobrenatural, incorpórea, causa de sí misma e identificada con el Bien absoluto, del cual emanan todas las cosas²⁴. El camino de la filosofía, que culmina con la contemplación del Uno o el Bien, constituye para los neoplatónicos una verdadera religión. Aunque los neoplatónicos rechazaban el cristianismo, sus ideas influyeron en los primeros autores cristianos, como Orígenes y San Clemente de Alejandría, y más tarde en San Basilio y, sobre todo, en San Agustín y en autores judíos como Filón de Alejandría. Estos autores tuvieron que adaptar el pensamiento griego a la idea del Dios trascendente, personal y creador del mundo, propio de la tradición judeo-cristiana.

La filosofía no tarda en formar parte del pensamiento religioso de las tres religiones monoteístas, el judaísmo, el cristianismo y el islam. Se reconoce su autonomía, pero se convierte en una ayuda de la teología, que ocupa ahora el puesto más alto en la jerarquía del saber. Los escritos sobre Dios, el hombre y la naturaleza son a la vez filosóficos y teológicos. En ellos se distingue entre el conocimiento derivado de la pura razón y el que tiene su fundamento en la verdad revelada en los libros sagrados. Aparece, pues, por primera vez la diferencia entre el conocimiento filosófico, en el que se integra el conocimiento del mundo natural (filosofía natural), que comprende lo que hoy pertenece a la filosofía y a las ciencias, y el conocimiento religioso fundamentado en la fe. En las tres religiones se da una aceptación del hecho de una revelación dada por Dios a los hombres y recogida en los libros sagrados (Biblia y Corán). Como veremos con más detalle en el capítulo quinto, en los autores medievales cristianos se da la primera confrontación en relación a cómo explicar las verdades incluidas en el libro de la naturaleza y en el de la revelación. La solución simplista de las dos verdades, una religiosa y otra filosó-

24. F. CHÂTELET, *ibid.*, tomo I, pp. 206-222.

fica, que podrían estar en contradicción, atribuida falsamente a Averroes, nunca fue aceptada por la ortodoxia, ni cristiana ni islámica. Durante la alta Edad Media, la influencia predominante en la teología cristiana fue la de las ideas neoplatónicas, que fue sustituida a partir del siglo XIII por la introducción definitiva del pensamiento aristotélico, sobre el que se va a estructurar todo el sistema escolástico, con las figuras cumbres de San Buenaventura, Santo Tomás de Aquino, Duns Scoto y William Ockham, que realizan la síntesis entre filosofía aristotélica y teología cristiana. Filosofía y teología van ahora de la mano, aunque sea la teología la que va por delante, mientras que la filosofía es su «sirvienta» (*ancilla theologiae*). La aceptación de la filosofía como un saber racional autónomo distinto de la teología lleva a la propuesta de pruebas racionales de la existencia de Dios. Se propone que existe un camino de la razón hacia Dios. Este conocimiento forma lo que se conoce como teología natural, que se considera como los prolegómenos de la fe y es previa a la teología como tal. Entre las demostraciones puramente racionales de la existencia de Dios más conocidas de la teología medieval se encuentran el argumento ontológico de San Anselmo de Canterbury, primera prueba racional de un autor cristiano, y las famosas «cinco vías» de Santo Tomás de Aquino, con sus argumentos cosmológicos y teleológicos.

Las tradiciones religiosas orientales tienen todas un gran contenido filosófico. La filosofía india se desarrolla gradualmente a través de los intentos de entender, racionalizar y, a veces, también reaccionar frente a las doctrinas védicas²⁵. A lo largo de la historia se desarrolla todo un conjunto de escuelas filosóficas que se pueden dividir en dos grandes grupos: las que se basan y desarrollan las doctrinas védicas y las que niegan estas doctrinas, entre ellas algunas formalmente ateas. Como ya vimos en el capítulo anterior, el centro de las doctrinas védicas es un monismo absoluto, en el que sólo lo inmutable y eterno es real. De acuerdo con la doctrina de los *Upanishads*, el bien último, que consiste en el conocimiento propio, se logra por la reflexión filosófica, acompañada del cumplimiento de los deberes sociales. Filosofía y reli-

25. T. HONDERICH (ed.), *op. cit.*, (filosofía india), pp. 540-542.

giosidad se mezclan estrechamente en este camino, que lleva a la unión liberalizadora del yo con Brahma, el espíritu del mundo, como meta final de la vida. La presencia de escuelas ateas conduce a reflexionar sobre el problema de la existencia de Dios y a presentar argumentos a favor y en contra. Algunos de estos argumentos se asemejan a los que aparecen en Occidente, como las citadas «cinco vías» de Santo Tomás.

El budismo, en el que —como ya vimos— no hay una idea clara de la divinidad, se puede todo él considerar como una filosofía. Además de las dos corrientes principales de las que hablamos en el capítulo anterior, hay una gran variedad de escuelas con posturas filosóficas más o menos realistas. En algunas de ellas no sólo la realidad sensible es un engaño, sino que el concepto mismo de «persona» queda reducido a un conjunto de formas físicas, sentimientos y juicios en los que la iluminación interior desemboca en el vacío²⁶. También el taoísmo puede considerarse tanto una filosofía como una religión. Como ya vimos, el énfasis en el taoísmo se pone en el comportamiento del hombre en continuidad y armonía con el orden natural. En algunas escuelas, el Tao se presenta como una entidad metafísica que es la fuente de todas las cosas, pero que, a su vez, las trasciende todas, situándose más allá de cualesquiera distinciones y conceptualizaciones. Aunque todo depende de él, el Tao no crea ni hace nada, sino que permite que todo siga su curso natural. Se acerca de alguna manera, por tanto, a la idea de la divinidad. El pensamiento confuciano se centra aún más en el ideal ético y político y tiene menor contenido religioso todavía. En conclusión, la relación entre filosofía y religión en las corrientes de las tradiciones orientales es muy estrecha, con distintos contenidos en cada una de ellas. La idea de la divinidad aparece de muy diversas formas, y en algunas corrientes está totalmente ausente. Estas corrientes filosófico-religiosas conviven con formas, algunas veces politeístas, de religiosidad popular.

En Occidente, con el establecimiento de la ciencia moderna a partir del Renacimiento, se produce poco a poco una separación entre ciencia, filosofía y teología. La ciencia encuentra su propia metodología, que la separa tanto de la teología como de la filoso-

26. T. HONDERICH (ed.), *op. cit.*, (filosofía budista), pp. 133-136.

fa. La relación que ha existido entre teología cristiana y filosofía empieza también a romperse. Con la influencia de la filosofía griega, el pensamiento cristiano ha aceptado siempre una vía puramente racional, fundamentada en la metafísica, a los problemas referentes a la existencia y la naturaleza de Dios en la teología natural. Algunos filósofos de la época moderna, como Descartes y Leibniz, ofrecieron todavía argumentos racionales a favor del teísmo tradicional, pero empieza a aparecer ya la postura crítica que cuestiona la validez de estos argumentos. Hume, con una actitud radical, niega toda posibilidad a la metafísica y refuta los argumentos cosmológico y teleológico de la teología natural. Kant por su parte, no tan radical, tuvo una influencia mayor en los desarrollos subsiguientes con su examen crítico de los argumentos ontológico, cosmológico y teleológico. Él en modo alguno negaba la existencia de Dios, sino que afirmaba que a la pregunta sobre su existencia la razón teórica no puede dar una respuesta ni positiva ni negativa. Para él las cuestiones religiosas pertenecen a la razón práctica y están relacionadas con los principios morales. En las posturas agnósticas, que empiezan a aparecer en el siglo XIX, se niega simplemente la posibilidad del hombre de formular afirmaciones racionales coherentes y fundadas sobre la realidad absoluta de Dios. Las posturas formalmente ateas comenzaron a aparecer a mediados del siglo XVIII y se hicieron más frecuentes en los siglos XIX y XX. Ya vimos cómo en el positivismo se niega toda posibilidad de la metafísica, y la única función que queda para la filosofía es la del análisis del conocimiento científico. En conclusión, se niega todo sentido a las proposiciones sobre Dios desde la razón. La posibilidad de una teología natural es también negada desde la misma teología en las posturas fideístas, como la del influyente teólogo luterano Karl Barth. La relación entre filosofía y teología queda en la Edad Moderna fragmentada en una gran diversidad de posturas.

2.8. Fe y experiencia religiosa

El elemento fundamental y constituyente de todo conocimiento religioso es la fe, que constituye el centro de toda experiencia religiosa. De alguna manera, fe y experiencia religiosa se pueden

considerar como dos aspectos de una misma realidad que forma la base esencial de todo conocimiento religioso. De una manera muy general, desde el punto de vista psicológico se puede definir la experiencia religiosa como la captación, en lo que es humano y terrestre, del impacto de lo «totalmente otro». Por «totalmente otro» se entiende el horizonte de la verdadera realidad, más allá de las realidades accesibles; es decir, la divinidad. Esta realidad última se experimenta poseyendo una relación con el hombre que la constituye en dueña de su existencia²⁷. Ese «totalmente otro» constituye el ámbito de lo sagrado, que se separa de toda otra realidad perteneciente al ámbito de lo profano. Hay que recordar que la palabra «profano» significa lo que está delante del templo; se refiere a la realidad fuera de lo sagrado, pero en relación con ello, mientras que «sagrado» significa lo que está separado²⁸. La separación de estos ámbitos se aprecia de forma diversa, según el énfasis que se ponga en la trascendencia o en la inmanencia de la divinidad. En las tradiciones monistas orientales, estos dos ámbitos se confunden a veces. La captación de lo sagrado recibe también el nombre de «lo numinoso» o «lo misterioso» e implica, entre otros, los sentimientos de reconocimiento, confianza, seguridad, amor y humilde entrega. No se trata, por tanto, del conocimiento puramente racional de la captación de un objeto, sino del contacto con lo que se percibe como un sujeto fuera de uno mismo y con el que el hombre puede relacionarse. Tiene su sede en el corazón de la persona, es decir, en el yo fundamental, anterior a la diferenciación entre razón y sentimiento y participando de ambos. La experiencia religiosa pone al hombre en contacto con el misterio, a la vez aterrador y fascinante, que genera temor y estupor, cautiva, atrae y maravilla y se experimenta a la vez como presencia y ausencia. Estos dos polos de la experiencia religiosa están relacionados con el carácter trascendente e inmanente de la divinidad. La experiencia religiosa, y en general toda religión, implica siempre el ser una respuesta a algo que nos es dado y que viene de fuera. Sin ello, la religión se convierte en una mera ideo-

27. A. VERGOTE, *Psicología religiosa*, Taurus, Madrid 1973, pp. 66-69.

28. M. ELIADE, *Tratado de historia de las religiones. Morfología y dialéctica de lo sagrado*, Cristiandad, Madrid 1981, pp. 25-42.

logía construida por el hombre mismo y únicamente interior a él mismo. Desde un análisis racionalista, cuando no se acepta la posibilidad de la existencia de este elemento, la religión se identifica como ideología.

Desde un punto de vista más intelectual, Santo Tomás definió la fe como la sustancia de las cosas que se esperan, aquello que opinamos con vehemencia y que tiene la certidumbre de lo que está fuera del género de la cognición, existiendo en el género de la afección. Creer es estar seguro de aquello que el hombre espera; un convencimiento de las cosas que el hombre no ve, es decir, de la realidad de Dios, e implica siempre la esperanza²⁹. Se reconocen aquí los dos aspectos de razón y sentimiento, que ya hemos visto están presentes en la experiencia religiosa. Ya San Agustín había dicho que creer es pensar con asentimiento, y había hablado del amar de la fe. Desde este punto de vista, la fe se considera como una respuesta del hombre que exige un sí pleno e irrevocable que imprime a su existencia un sentido definitivo. No es un asentimiento puramente racional a una verdad que se considera razonable, sino que implica a los sentimientos con un elemento de esperanza y tiene siempre consecuencias radicales para la vida. La fe puramente humana consiste en prestar asentimiento a verdades que no podemos demostrar, apoyándonos en la fiabilidad de las autoridades que las presentan. La fe religiosa es mucho más compleja: tiene su base en la aceptación de la divinidad, en la mayoría de los casos de carácter personal, como fundamento de toda existencia, e implica una esperanza puesta en ella que orienta toda la vida. Dios es percibido no como un objeto, sino como un «tú» con el que el creyente se relaciona, conoce y ama y se siente conocido y amado por él. Se parece más, por tanto, al tipo de conocimiento que tenemos de otros sujetos con los que establecemos una relación personal. La fe no se despierta simplemente por la comunicación, como en el caso de una proposición científica, sino que en ella sale a la superficie lo que interiormente se ha experimentado. La fe es siempre una experiencia personal.

29. M.D. CHENU, «El análisis aristotélico de Sto. Tomás», en *La fe en la inteligencia*, Estela, Barcelona 1966, pp. 81-92.

El teólogo Karl Rahner considera la fe religiosa como la «opción fundamental» que de alguna manera, explícita o implícita, está presente en todo hombre³⁰. Para él, esta opción nace de la confrontación del hombre consigo mismo como un todo en libertad y responsabilidad, y en ella se encuentra necesariamente con el fundamento inaprehensible de su existencia, es decir, con aquello que llamamos «Dios». La denomina «opción» porque, ante ella, el hombre puede libremente aceptarla o rechazarla. Rahner relaciona esta opción de la fe con lo que él llama la «experiencia trascendental», que define como la conciencia concomitante, no temática, del sujeto cognoscente que está dada en todo acto espiritual de conocimiento, insuprimible y necesariamente, de carácter ilimitado, abierto a toda realidad posible. Esta experiencia, de alguna manera, acompaña, aunque no sea reconocida, a todo acto de conocer y pertenece al sujeto que conoce como tal. Con esta experiencia trascendental se da, en realidad, un saber anónimo y no temático de Dios. Pero este saber no se da como la aprehensión de un objeto, sino como la iluminación subjetiva que apunta a la trascendencia del misterio sagrado. Dios no es un objeto categorial de la experiencia, sino que es afirmado necesariamente en la realización espiritual y libre de la existencia del hombre. La fe, pues, estaría siempre presente, al menos de forma implícita o anónima, en todo hombre, ya que el hombre mismo, como sujeto y persona, se experimenta a sí mismo como producto de lo que él no es, es decir, como ser que trasciende hacia el misterio sagrado que es su origen. Con esto quiere decir que la experiencia del hombre de su propia contingencia lleva implícita la experiencia del absoluto (Dios), del que esta contingencia depende. Esta experiencia puede acontecer de formas muy variadas y coexistir con una aparente desesperación ante la percepción del absurdo de la existencia. Para Rahner, esta experiencia trascendental se desarrolla necesariamente de forma histórica y social con la inserción confiada dentro de una religión

30. K. RAHNER, «Fe. Acceso a la fe», en K. RAHNER (ed.), *Sacramentum Mundi. Enciclopedia Teológica*, Herder, Barcelona 1976, vol. 3, pp. 95-102. K. RAHNER, *Curso fundamental sobre la fe*, Herder, Barcelona 1979, pp. 74-95.

concreta. El hombre se confía a una religión determinada para actuar su religiosidad de manera realmente humana en un contexto social. En la base de todo comportamiento religioso se encuentra, por tanto, esta experiencia fundante y no estructurada del misterio de Dios.

El acto de fe o experiencia religiosa, que está en la base de todo conocimiento religioso, tiene unas características muy especiales que lo sitúan en una dimensión distinta de los otros conocimientos humanos. La aprehensión por el hombre de la divinidad como fundamento de su existir implica también reconocer la actuación de Dios en él como fundamento mismo de la fe. No se trata, por tanto, de aceptar la existencia de Dios como si se tratara de un objeto, sino de reconocer la presencia de su comunicación gratuita y protectora, a la que el hombre da su asentimiento³¹. La fe religiosa se distingue, pues, del asentimiento que se da a una afirmación en la que se basa una creencia humana, de forma que ella no es solamente un conjunto de creencias. En ella es fundamental la presencia de esa experiencia en la que se dan juntamente conocimiento y esperanza dirigidos al misterio de Dios, que aparece siempre como fundamento y fin de la propia existencia. La experiencia religiosa conlleva necesariamente consecuencias para la vida personal, y no puede concebirse sin ellas; afecta a toda la persona y a sus comportamientos. Aunque las formas en que luego se desarrolla esta experiencia son muy diversas, de acuerdo con las múltiples tradiciones culturales, este último elemento fundamental está siempre presente implícitamente en ellas. Sobre él puede acumularse todo un conjunto variado de creencias, pero éstas, sin este fundamento último, carecerían de todo verdadero sentido religioso y quedarían relegadas al nivel de lo puramente supersticioso o consistirían simplemente en una ideología. Creencias supersticiosas pueden coexistir con el verdadero sentido religioso, pero deben ser diferenciadas de él. Con todo, la fe no niega el camino de la razón, que puede llevar a la afirmación de la existencia de Dios y puede ser una preparación y prólogo de la fe. El camino de la razón se convierte así en parte del proceso que lleva al hombre a descubrir en sí mismo la experiencia de la fe.

31. B. WEISSMAHR, *Teología natural*, Herder, Barcelona 1986, pp. 28-54.

2.9. Símbolos y ritos

En el conocimiento y el lenguaje religiosos aparecen como elementos importantes los símbolos que se utilizan para expresar lo inexpresable del misterio de lo sagrado³². La incapacidad para reducir a conceptos la experiencia religiosa hace necesario utilizar los símbolos. El símbolo se distingue del mero signo por ser un concepto más amplio y formal e implicar una mayor cercanía a lo significado. El símbolo representa algo distinto de aquello que es significado o simbolizado por él, y está siempre mirando a algo distinto de sí mismo. En el ámbito religioso, lo simbolizado pertenece a la dimensión del misterio de Dios. En él se une a la imagen visible la percepción oculta y velada de lo invisible. Gracias al símbolo, el hombre no se siente extraño y perdido en el mundo de las realidades sobrenaturales, que puede percibir representadas a través de lo visible. En este sentido, el símbolo señala siempre a algo más allá de sí mismo. Si el símbolo se toma por lo significado y se absolutiza, surgen formas religiosas falsas de fetichismo e idolatría. El símbolo deja de ser símbolo de una realidad más alta y se convierte en un ídolo. La absolutización del símbolo separado de su significado le lleva también a convertirse en un elemento mágico, con un pretendido poder en sí mismo. Por otra parte, el desconocimiento de la presencia real de lo simbolizado en el símbolo puede llevar a rechazar todo símbolo y a perder su utilidad en la expresión del lenguaje religioso

El papel del símbolo en el conocimiento y el lenguaje religiosos es muy variado. Tiene, por ejemplo, una función mediadora de tender puentes entre lo visible y lo invisible y una función unificadora de condensar la experiencia religiosa. El símbolo es un educador en lo invisible y sirve de promotor de enlace con él. El símbolo tiene un papel determinante en la oración, elemento importante en toda religión. El símbolo implica siempre una cierta homogeneidad entre el significante y lo significado; es decir, no

32. J. SPELTT, «Símbolo», en K. RAHNER (ed.), *Sacramentum Mundi. Enciclopedia Teológica*, Herder, Barcelona 1976, vol. 6, pp. 354-359. J. CHEVALIER y A. GHEERBRANT, *Diccionario de los símbolos*, Herder, Barcelona 1986, «Introducción», pp. 15-37. M. ELIADE, *Imágenes y símbolos*, Taurus, Madrid 1983.

es totalmente arbitrario, ni se pueden elegir los símbolos al azar. Los símbolos, al tiempo que representan lo significado, también lo ocultan, por lo que siempre están necesitados de una interpretación. La interpretación de los símbolos, que generalmente tiene un carácter pluridimensional, es una función importante en las religiones. Sin esta interpretación, los símbolos corren el peligro de dejar de señalar a una realidad ulterior y convertirse en ídolos. Los símbolos están siempre cargados de dinamismo y afectividad; es decir, no se dirigen solo a la razón, sino también al sentimiento. Además de representar realidades que pertenecen al ámbito de lo religioso y que sólo son expresables de ese modo, sirven para excitar los sentimientos que corresponden a las relaciones del hombre con esas realidades, como pueden ser la confianza, la esperanza, la veneración, el temor, etc. El símbolo como categoría trascendente de la relación del hombre con lo sobrenatural y lo infinito, que no puede expresarse de otro modo, se revela al hombre entero, razón y sentimiento. En la percepción del símbolo, el hombre no es un mero espectador, sino que participa en ella como actor. Los símbolos tienen a veces la forma de representaciones en las que, a través de su actuación, el hombre toma conciencia de su relación con el misterio sagrado. A través de los símbolos el hombre es introducido en la actualidad de las diversas tradiciones religiosas. Un proceso importante en la historia de las comunidades religiosas consiste, precisamente, en la selección de los símbolos, la fundamentación de los simbolismos y el establecimiento de la modalidad particular de la simbolización.

Un elemento decisivo en la práctica religiosa lo constituyen los ritos³³, que generalmente son prácticas de carácter público de formas fijas ya establecidas y periódicas, en muchas ocasiones repetitivas y rítmicas, sometidas a reglas precisas, que dicen relación con la experiencia de lo sagrado. Su práctica trata de posibilitar la comunión con lo divino a través de figuras, sonidos, gestos, música y palabras, y sirve para confirmar la adhesión religiosa del creyente. A través de ellos, el hombre es llamado a experimentar una experiencia religiosa. Los ritos tienen, por una parte,

33. P. POUPARD (ed.), «Ritos», en *Diccionario de las religiones*, Herder, Barcelona 1987, pp. 1.526-1.530.

la virtud de suscitar emociones que refuerzan esta experiencia y, por otra, un fuerte carácter comunitario; es decir, sólo son practicables en el seno de una comunidad, y siempre en relación con ella, aun cuando se practiquen en solitario. Una de sus funciones consiste en servir de elemento de cohesión en la comunidad religiosa y dar una dimensión comunitaria a la experiencia religiosa como algo compartido. La constancia en el tiempo de los ritos les da, además, un carácter histórico, creando una comunión con las comunidades del pasado y estableciendo un lazo de unión con ellas. De esta forma, los ritos suelen tener una permanencia en sus formas a lo largo del tiempo que da consistencia y continuidad a la comunidad. Los ritos sirven también como elementos diferenciadores de las distintas tradiciones religiosas. La ruptura y separación de tradiciones religiosas suele ir acompañada por el establecimiento de ritos diferenciadores. El grupo que se separa adopta nuevos ritos que refuerzan su nueva identidad frente a la comunidad de la que se ha separado.

La oración como forma de comunicación entre el hombre y Dios es un fenómeno universal en todas las religiones desde la antigüedad³⁴. En general, la oración puede pertenecer al culto público o al culto privado, y suele considerarse que forma parte de los ritos. En ella se expresan diversas actitudes frente a la divinidad, como adoración, alabanza, intercesión, requerimiento y encantamiento mágico. Dependiendo de las distintas tradiciones religiosas, la oración adopta distintas formas. La tradición judía considera la oración como la expresión más elevada de la piedad del hombre, y su base es la bendición (*berakha*), en el sentido de oración de alabanza. Tiene un fuerte carácter comunitario y se expresa generalmente en plural, en nombre de todo el pueblo. La tradición cristiana mantiene muchas formulas judías en su oración (salmos) y tiene como elemento fundamental el reconocimiento de Jesucristo como único mediador entre Dios y los hombres. Dios es considerado como Padre, y los hombres como hermanos, de forma que la caridad entra a formar parte de la oración misma. Para el cristiano, la oración se hace por inspiración del Espíritu y abre al hombre al misterio trinitario de Dios. En el

34. P. POUPARD (ed.), «Oración», en *Ibid.*, pp. 1.306-1.319.

islam, la oración (*salat*) debe hacerse cinco veces al día y expresar la actitud de adoración a Dios con la total entrega y obediencia. En el hinduismo la oración tiene un carácter de adoración de la divinidad y de purificación interior. Adopta en muchos casos la forma de una repetición de palabras sagradas (*mantra*) que a veces carecen de significado en el lenguaje común. En todas las tradiciones la oración es un elemento básico en las experiencias místicas, que ponen al hombre en contacto directo con el misterio de Dios.

La presencia en el conocimiento religioso de símbolos, ritos, oraciones y formas de lenguaje, como alegorías, parábolas y mitos, viene motivada por la imposibilidad de expresar de otra manera la experiencia del misterio inexpresable de lo sagrado. Éste no puede definirse de forma clara y queda manifestado y oculto a la vez en estas formas de expresión, ya que no se trata de algo objetivable, sino del contacto con una realidad cuya comprensión siempre se nos escapa. Un relato mítico puede servir en este caso como la única forma de aproximación. Esto no ha de verse como una limitación del conocimiento religioso, sino como una necesidad impuesta por la realidad que se quiere expresar. Por otro lado, la conexión entre la experiencia religiosa y las formas de vida, que se refleja en comportamientos concretos, es más adecuadamente tenida en cuenta por estas formas de expresión, que implican siempre la afectividad, que por fríos juicios racionales. Por ejemplo, la exigencia de ayudar al necesitado tiene más fuerza cuando se expresa mediante la parábola del buen samaritano que cuando lo hace mediante un simple enunciado ético. De hecho, la habilidad de la religión para suscitar emociones resulta, para una gran mayoría de personas, más eficaz que los meros razonamientos éticos a la hora de orientar los comportamientos.

2.10. Diferencias y semejanzas

La breve presentación que hemos hecho de la naturaleza del conocimiento científico y religioso nos permite establecer ya algunas conclusiones sobre sus diferencias y puntos de contacto. Ian Barbour analiza las diferencias y semejanzas entre ciencia y religión, destacando el carácter histórico de ambas y su situación en-

tre la objetividad y el relativismo³⁵. En primer lugar, como ya hemos visto, la ciencia versa sobre los fenómenos de la naturaleza y trata de entender su estructura y funcionamiento. Su fundamento está siempre en las observaciones y experimentos sobre los que se construyen las teorías. La religión trata del acercamiento del hombre al misterio de Dios y su relación con él. Aunque la naturaleza forme parte también de la visión religiosa, no es su fin principal, y es contemplada únicamente en su relación con la divinidad. No se trata, por tanto, de dos empresas que tengan un mismo fin y puedan suplir la una a la otra. El tipo de conocimiento que genera la ciencia trata de desligarse de todo elemento subjetivo y está desprovisto de toda connotación afectiva y de su relación con la vida personal. La ciencia misma no sirve para orientar los comportamientos concretos del hombre en su vida personal y sus relaciones sociales. Un científico puede ser egoísta, soberbio, poco honrado y mal padre de familia, sin que ello influya en su ciencia para nada. Es verdad que la práctica de la ciencia implica en el científico, como veremos más adelante, cierto tipo de comportamientos éticos; pero éstos se limitan estrictamente al ámbito científico. En la religión, los contenidos afectivos son muy importantes, y los comportamientos humanos forman una parte integrante de ella. El asentimiento religioso no es algo teórico, sino que conlleva siempre una serie de obligaciones y exigencias que se extienden a todos los ámbitos de la vida.

El conocimiento científico se limita a aquellos aspectos de la realidad material que pueden ser definidos con precisión, en especial aquellos que son susceptibles de medida. Aspira en lo posible a la cuantificación de los observables para que puedan ser tratados matemáticamente. El ámbito de lo religioso se extiende a la dimensión espiritual de la realidad, no admite definiciones claras, y se accede a él a través de símbolos e imágenes. En este sentido, es más cercano al campo de las humanidades y utiliza muchas veces el lenguaje poético. No aspira a la precisión, ya que, como hemos visto, el misterio de Dios nunca es alcanzable por completo. La ciencia se hace preguntas concretas sobre la naturaleza y el comportamiento de los observables, preguntas a las que

35. I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, Trotta, Madrid 2004, pp. 233-248.

con su metodología puede responder. La religión se hace preguntas sobre la existencia misma del conjunto de la realidad, incluido el propio sujeto, y sobre su sentido, buscando encontrar en el misterio de Dios el fundamento de ambos. Aunque ambas, ciencia y religión, inciden sobre un mismo mundo, sus puntos de vista son diferentes.

A pesar de lo dicho, se pueden encontrar algunos puntos de similitud entre el conocimiento científico y el religioso. En ambos casos hay un último elemento que, de alguna manera, es aceptado o presupuesto. Para la ciencia es la existencia de un mundo exterior, observable y cognoscible racionalmente. El acceso a este mundo es a través de la observación y los experimentos guiados por las teorías. En la religión, este último elemento es la existencia del misterio de Dios, que aparece como fundamento y sentido último de toda existencia. El acceso a este misterio se realiza por la experiencia de la fe. En ambos casos, la verdad de estos primeros presupuestos no puede demostrarse desde dentro del mismo sistema, y debe ser de alguna manera asumida. Hemos visto cómo la fe es un elemento fundamental en la religión. En la ciencia, aunque no en su aspecto formal, aspectos de fe y confianza de otro tipo puramente humano aparecen también en su práctica. El científico se ve animado por su fe en que los métodos de la ciencia darán finalmente respuesta a los problemas que está estudiando. Esto resulta aún más claro en el caso de la técnica, cuyo progreso está animado por la fe en la posibilidad de encontrar las soluciones que se buscan a los problemas prácticos. Sin una cierta fe en las posibilidades mismas de la ciencia y la técnica, su práctica no sería posible. Más aún, muchos de los grandes científicos y descubridores fueron hombres verdaderamente apasionados por su propio trabajo.

Tanto en la ciencia como en la religión desempeña también un papel importante la comunidad. En la práctica, es la comunidad científica, con los controles que ejerce sobre el trabajo de los científicos, la que aparece como finalmente garante de la fiabilidad del conocimiento científico. Nos fiamos, por ejemplo, de que lo que avala la comunidad científica está justificado y comprobado, aunque no podamos en cada caso verificarlo personalmente. La comunidad religiosa ejerce también un papel semejante, impidiendo la disgregación subjetivista del sentimiento religioso y

sirviendo de nexo de cohesión entre los distintos miembros. Comunidad científica y comunidad religiosa tienen, en muchos aspectos, roles sociales más similares de lo que a menudo se quiere reconocer. En ambas se pueden distinguir productores y consumidores. Entre los primeros se encuentran los fundadores de movimientos religiosos, por un lado, y los científicos creadores de ciencia, por otro. A los transmisores de las ideas religiosas corresponden los profesores de ciencias. Y, finalmente, los receptores son las personas a las que va dirigido el mensaje tanto religioso como científico. Así como los ritos son importantes en las religiones, en la comunidad científica los congresos y reuniones científicas tampoco están desprovistas de sus propios ritos, como, por ejemplo, la concesión de premios y medallas, que sirven en ambos casos para cohesionar el sentido de pertenencia a la comunidad. Ziman concede que las ciencias y las religiones se asemejan mucho en cuanto que son sistemas generales de creencias que proporcionan a los hombres guías en sus mundos del pensamiento y la acción, pero generalmente ofrecen «mapas» diferentes sobre los mismos aspectos de la realidad³⁶. Según Ziman, la ciencia misma ha desarrollado muchos rasgos institucionales similares a los de una religión organizada, y a veces sus resultados se presentan en una forma ordenada, como los artículos de un credo.

2.11. Ciencia y teología

La teología puede considerarse como la formalización del discurso religioso, y en este sentido puede decirse que es posible establecer una relación especial entre ella y la ciencia. Como ya hemos repetido, el lenguaje del hombre sobre Dios siempre resultará inevitablemente inadecuado. La teología trata de formalizar este mensaje y, como dice Polkinghorne, se esfuerza por encontrar un camino intermedio entre el simple reconocimiento de la inefabilidad del misterio de Dios y la pretenciosa afirmación de que posee un conocimiento adecuado de la naturaleza divina³⁷. El

36. J. ZIMAN, *op. cit.*, p. 310.

37. J. POLKINGHORNE, *Ciencia y teología. Una introducción*, Sal Terrae, Santander 2000, pp. 99-102.

primero conduce a renunciar a hablar sobre Dios, y el segundo a aplicarle imágenes humanas que siempre serán falsas. Entre estas dos posiciones se encuentra todo un extenso campo de posibles desarrollos de sistemas que formalizan el conocimiento religioso dentro de las diversas tradiciones religiosas. En la tradición cristiana, la teología parte siempre de la fe, como ya propuso San Anselmo de Canterbury en el siglo XI al definirla como «la fe que busca comprender». De esta forma, la teología se diferencia de la filosofía o de la ciencia de la religión, que consideran las religiones como un fenómeno humano cultural observable y no implican la fe de quien las practica.

Un elemento importante en la teología de las grandes religiones son los libros sagrados. En ellos se encuentra, según las diversas tradiciones, lo que se considera de alguna manera como una revelación de Dios y que pertenece al modo de entenderse a sí misma toda religión que pretenda ser creación divina y no mera obra humana. Una vez que estos textos quedan fijados, se convierten en el punto de partida de la teología dentro de cada tradición. Por ejemplo, en la tradición judeo-cristiana la revelación está contenida en los libros de la Biblia (Antiguo y Nuevo Testamento); en el islam, en el Corán; y en el hinduismo, en los Vedas. Desde este punto de vista, la teología puede comprenderse como el esclarecimiento y el desarrollo metódicos, mediante la reflexión, de la verdad aceptada y aprehendida en la fe y contenida en la revelación. La teología se esfuerza en interpretar en cada época y contexto cultural las verdades que se consideran presentes en la revelación contenida en los textos sagrados.

Además de estas revelaciones especiales, contenidas en las tradiciones religiosas, se puede hablar de una revelación general de Dios en el mismo mundo con el que tiene una íntima relación. En especial las tradiciones religiosas (judeo-cristiana e islámica), que conciben el mundo como creado por Dios, descubren en la contemplación del mundo vestigios de su creador³⁸. En general, se puede hablar de que en la autocomprensión que el hombre tie-

38. «Dios se ha manifestado. Desde la creación del mundo, su condición invisible, su poder y divinidad eternos se hacen asequibles a la razón por las criaturas»: Romanos 1,19-20.

ne de sí mismo y en su comprensión del mundo que le rodea se apunta a la pregunta sobre Dios como el último fundamento de ambos. Aunque este camino no transmite al hombre una seguridad objetiva sobre su conocimiento sobre Dios, sí abre perspectivas que señalan en su dirección³⁹. Estas perspectivas constituyen la base de lo que se conoce como la «teología natural», es decir, el acceso racional a Dios. Como veremos más adelante, en la tradición cristiana la teología natural tiene una larga historia y una especial importancia. En general, se puede decir que el hombre puede llegar al reconocimiento de que la existencia contingente propia y del mundo y el orden presente en el universo y su desarrollo en el tiempo apuntan a la existencia de un Absoluto del que el universo depende. La teología natural consiste en el desarrollo metodológico de los caminos que señalan al Dios que se revela tanto en el hombre mismo como en la naturaleza.

Si entendemos «ciencia» en un sentido muy amplio, como una reflexión dirigida metódicamente sobre un determinado campo del conocimiento, podemos atribuir también a la teología el carácter de «ciencia». Al comparar el fenómeno religioso y el científico, la religión se relacionaría con el conjunto de la ciencia y la técnica, mientras que el aspecto formal de la ciencia se relacionaría más específicamente con la teología. Helmut Peukert realiza un interesante análisis de la relación entre la ciencia y los aspectos más fundamentales de la teología (teología fundamental) desde el punto de vista de la acción comunicativa⁴⁰. Bajo este punto de vista, examina el conocimiento con un carácter pragmático en el que la acción comunicativa intersubjetivamente vinculante constituye el núcleo de una situación lingüística concreta y es aplicable tanto a la ciencia como a la teología. Reconoce que el conocimiento no es analizable en sí mismo, sino en cuanto que es comunicable. El positivismo lógico, como ya vimos, sólo considera proposiciones con sentido las de las ciencias experimentales, desposeyendo de él a las de la teología y la religión en general, precisamente por su falta de fundamentación en la experiencia. Esta postura, bastante extendida, considera la ciencia co-

39. B. WEISSMAHR, *op. cit.*, pp. 57-67.

40. H. PEUKERT, *op. cit.*, pp. 53-57.

mo el paradigma de todo conocimiento válido, fuera del cual sólo hay irracionalidad. Los desarrollos posteriores de la filosofía y la historia de la ciencia y del lenguaje señalan las insuficiencias de esta posición. Peukert entiende la teología fundamental como basada, siguiendo a Rahner, en la experiencia de las posibilidades existenciales de la persona, en las que ocupa un lugar central la experiencia de la propia libertad, y a partir de ellas lleva a la experiencia del misterio absoluto. Coincide así con lo expuesto sobre la fe y la experiencia religiosa. A partir de esta experiencia, la teología debe someterse a comprobaciones metodológicas y puede presentarse ante las otras disciplinas como una ciencia⁴¹. A estas experiencias añade Peukert las de la solidaridad incondicional y la muerte, tanto propia como ajena, ante la cual surge también la apertura a la realidad de Dios como única garantía de que no conduzca al sinsentido. Todo ello da origen a la posibilidad de un discurso sobre Dios que no está carente de sentido y a una teología fundamental entendida como teoría de la acción comunicativa y de la realidad de Dios, abierta y experimentada en la acción. Estas experiencias humanas límite ocuparían en la teología fundamental la posición que la base experimental ocupa en las ciencias, y darían sentido a todo el discurso posterior. De esta forma, los desarrollos de la teología pueden compararse, de alguna manera, con algunos aspectos de la ciencia.

41. *Ibid.*, pp. 331-348.

3. Relaciones entre ciencia y religión

3.1. Ciencia e ideología

EN los dos capítulos precedentes, en especial en el segundo, hemos examinado por separado la ciencia y la religión como dos formas de acercamiento al conocimiento de la realidad. Como ambas coexisten en la misma sociedad, y en muchos casos en la misma persona, tenemos que plantearnos ahora qué tipo de relación podemos establecer entre ellas. Una cuestión previa a considerar es el papel que desempeñan en este tema las ideologías. El término mismo, «ideología», puede tener variadas acepciones, y a veces se utiliza con connotaciones negativas. En general, se pueden considerar las ideologías como sistemas de creencias y valores que un grupo de individuos mantiene, a veces por razones muy diversas, y que pueden estar relacionadas con estructuras de poder. Aquí tomaremos un significado más neutro, considerando las ideologías, en general, como sistemas conceptuales que proporcionan una visión totalizadora de la realidad, que sirven para dar sentido a la vida, crear un marco de referencias global y justificar los comportamientos tanto personales como sociales¹. Una propensión muy generalizada en las ideologías es la de absolutizar valores o esquemas sociales que normalmente se consideran relativos y contingentes. En estos casos, una visión parcial se convierte en un horizonte que abarca la totalidad de la realidad, y se absolutiza esta visión de forma que todas las demás quedan excluidas o se consideran como falsas, lo

1. Éste es el sentido utilizado por E. AGAZZI, *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Tecnos, Madrid 1996, cap. V: «La ideología científico-tecnológica», pp. 106-128.

cual crea actitudes intransigentes que pretenderían obligar a aceptar sus asertos básicos como verdades inapelables. De esta manera, las ideologías se acercan en algunos puntos a las características de la religión, excepto por la ausencia de toda referencia a una realidad sobrenatural. En este sentido, las ideologías pueden en ocasiones suplir las funciones de la religión. Ejemplos de esto pueden ser las ideologías impuestas en países totalitarios, donde además se da la vinculación entre ideología y estructura de poder, como es el caso del comunismo y el nazismo. Por otro lado, una religión desvinculada de su fundamento de la experiencia de fe religiosa puede convertirse en una ideología. Vistas desde fuera, sin aceptar esta vinculación, las religiones son a veces erróneamente consideradas como ideologías.

Podemos ahora analizar si se puede considerar la ciencia como una ideología o si se pueden crear ideologías a partir de la ciencia. En primer lugar, debe quedar claro que la ciencia no es en sí misma una ideología, ni como saber ni como actividad, y es, además, independiente de las ideologías. En efecto, la ciencia como saber no trata de dar una visión totalizadora de la realidad, sino que, como ya vimos, limita su campo de conocimiento a los aspectos de la realidad que pueden ser sujetos a su metodología, que implica siempre su relación con observaciones y experimentos reproducibles por todos, encaminada a proporcionar un conocimiento racional de la naturaleza y su funcionamiento. Esto se puede decir de cada una de las ciencias y de todas en su conjunto. De una forma más restrictiva, la ciencia se limita a los aspectos medibles y cuantificables de la naturaleza, preferentemente a los que pueden ser tratados a través del lenguaje matemático. Estas limitaciones constituyen, en el fondo, la raíz de su eficacia. Por otro lado, la ciencia no busca en modo alguno dar sentido a la vida. Su papel no es ése, sino descubrir el funcionamiento de la naturaleza material. La cuestión del sentido no entra en sus planteamientos. Tampoco trata la ciencia de crear valores que sirvan para guiar los comportamientos. Más aún, como veremos más adelante, la misma práctica de la ciencia necesita, para su supervivencia, la aceptación de ciertos criterios éticos de comportamientos que ella misma no se puede dar. Ni la física ni la biología, por sí mismas, pueden servir para proporcionar valores o normas de comportamiento. Así como la ciencia no es una ideo-

logía, tampoco necesita una ideología concreta para su funcionamiento. Científicos con diversas ideologías pueden ser igualmente buenos científicos.

La ciencia no solo no es una ideología, sino que tampoco se puede presentar como el fundamento de una ideología que necesariamente se deduzca de ella. Hay ideologías que pretenden tener un carácter científico, que se presentan como basadas en la ciencia y que a veces pretenden pasar por tal. Estas ideologías se conocen con el nombre genérico de «cientifismo». En muchas ocasiones, sobre todo cuando se busca oponer la ciencia a la religión, se está en realidad hablando de una ideología, no de la ciencia misma. Por eso hay que empezar por distinguir claramente las ideologías de la ciencia misma. Por ejemplo, cuando Richard Dawkins dice: «Quiero persuadir al lector, no sólo de que la visión global (*world-view*) darwinista es verdadera, sino que es la única teoría conocida que puede, en principio, resolver los misterios de nuestra existencia», en realidad se está refiriendo a una ideología². Tanto al hablar de una «visión global» como al pretender «resolver los misterios de nuestra existencia», el darwinismo del que está hablando deja de ser una teoría científica y se convierte en una ideología. Aquí, como en tantos otros casos, se debe distinguir entre lo que pertenece al campo de la ciencia y lo que pertenece al campo de las ideologías. La aceptación de la teoría científica de la evolución biológica no implica la necesidad de tener que aceptar la ideología que no pocas veces se construye sobre ella. Una característica de este tipo de ideología es la de pretender extender el ámbito de la explicación científica a toda la realidad, no aceptando como válido ningún otro tipo de conocimiento. En muchos casos se da aquí un paso injustificado de la afirmación «esto tiene lugar», que pertenece al ámbito de la ciencia, a «sólo esto tiene lugar», que es una injustificada generalización de la explicación científica a todos los ámbitos de la realidad. La afirmación de que no hay más realidad que la conocida por la ciencia es de carácter ideológico, como veremos más adelante al hablar del materialismo.

2. R. DAWKINS, *The Blind Watchmaker*, Norton, New York 1989 (trad. cast.: *El relojero ciego*, Labor, Barcelona 1989).

3.2. Relaciones entre ciencia y religión: ¿compatibles o incompatibles?

La existencia de las dos visiones del mundo de la ciencia y de la religión lleva a la consideración sobre el tipo de relación que se puede establecer entre ellas. Una clasificación que ya se ha hecho clásica es la propuesta por Ian Barbour, que agrupa las posibles relaciones en cuatro categorías: conflicto, independencia, diálogo e integración³. A estas cuatro categorías se puede añadir una quinta: complementariedad, que se situaría entre el diálogo y la integración. Esta categoría ha sido propuesta recientemente por el teólogo suizo Hans Küng⁴. Esta clasificación sigue la relación entre ciencia y religión desde la forma más negativa, el conflicto, hasta la más positiva de algún tipo de integración de ambas. Al tratar este tema es importante tener en cuenta que se han de tener en cuenta todos los aspectos, no solo el cognoscitivo, tanto de la ciencia como de la religión. Entre ellos destaca el aspecto histórico, ya que a lo largo del tiempo la relación puede haber ido variando de un tipo a otro. Hay que reconocer que la relación es compleja, y algunos aspectos de las distintas categorías pueden estar presentes con mayor o menor intensidad en unas épocas o en otras. Tampoco las categorías son puras, y se pueden encontrar relaciones en las que se mezclan aspectos de varias de ellas.

La primera pregunta que podemos plantearnos es si ciencia y religión son compatibles o no entre sí. Es decir, si una y otra pueden convivir o si necesariamente la una excluye a la otra, y entre ellas sólo puede haber un inevitable conflicto. No es raro encontrar, aún hoy, la opinión, a veces generalizada, de que ciencia y religión son mutuamente incompatibles, y que la relación entre ellas ha sido siempre una cuestión de inevitable conflicto. Se las

-
3. I. BARBOUR presentó esta clasificación en «Ways of Relating Science and Theology», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER, G.V. COYNE (eds.), *Physics, Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Città del Vaticano 1988, pp. 21-48. Se encuentra más desarrollada en I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, Trotta, Madrid 2004, pp. 133-181.
 4. H. KÜNG, *Der Anfang aller Dinge. Naturwissenschaft und Religion*, Piper, München 2005 (trad. cast.: *El principio de todas las cosas. Ciencia y religión*, Trotta, Madrid 2007).

considera como dos visiones contrapuestas del mundo que no pueden menos que chocar siempre entre sí. No sólo esto, sino que cada una de ellas niega la validez de la otra. Hoy, además, se mantiene que sólo la visión de la ciencia puede ser la verdadera, con lo que la visión religiosa tiene que ir desapareciendo poco a poco. Desde este punto de vista, el avance de la ciencia implica siempre un retroceso de la religión. Para apoyar esta postura se hace a menudo una interpretación sesgada de la historia y se traen siempre los mismos casos de Galileo y Darwin.

Aunque se hace retroceder esta posición hasta los orígenes de la ciencia moderna, indicando con ello que la ciencia misma no puede más que estar en conflicto con la religión, en realidad empieza en el siglo XIX, aunque se pueden encontrar algunas raíces en el XVIII. Un ejemplo de las primeras posturas de este tipo es la de Ernest Renan, el autor de la vida de Jesús que levantó tanto revuelo, el cual decía en 1848 que el mundo verdadero que la ciencia nos revela es muy superior al mundo fanático de la religión creado por la imaginación, para acabar diciendo que la tarea moderna no se realizará del todo hasta que la creencia en lo sobrenatural, de cualquier forma que sea, no sea destruida. Para él la ruptura entre Dios y la ciencia parecía definitiva⁵. Dos libros publicados a finales del siglo XIX contribuyeron de manera especial a extender esta postura. El primero, publicado en 1874 por John W. Draper (1811-1882), nacido en Inglaterra y profesor de Química en la Universidad de Nueva York, lleva por título *Historia del conflicto entre la religión y la ciencia*⁶. En esta obra, Draper dedica sus ataques mas furiosos contra la Iglesia católica, de la que dice que «el antagonismo de que somos testigos entre la religión y la ciencia es, pues, la continuación de la lucha que tuvo

5. G. MINOIS, *L'Église et la science. Histoire d'un malentendu*; 2. *De Galilée à Jean Paul II*, Fayard, Paris 1991, p. 205.

6. J.W. DRAPER, *History of the Conflict Between Religion and Science*, Appleton, New York 1874. Traducida al español por Augusto T. Arcimís con el título *Historia de los conflictos entre ciencia y religión*, fue publicada por primera vez en 1876 (Ricardo Fe, Madrid) con un largo prólogo de Nicolás Salmerón. Una edición moderna (Altafulla, Barcelona 1987) reproduce la segunda edición española de 1885, con una introducción de Diego Núñez que describe la recepción en España de la obra y las respuestas a que dio origen.

principio cuando el cristianismo comenzó a alcanzar poder político»; y concluye que «el cristianismo católico y la ciencia son absolutamente incompatibles, según reconocen sus respectivos adeptos; no pueden existir juntos; uno debe ceder ante el otro, y la humanidad tiene que elegir, pues no puede conservar ambos»⁷. La obra de Andrew D. White (1832-1918), profesor de historia y primer presidente de la Universidad de Cornell, en los Estados Unidos, con el título *Una historia de la guerra de la ciencia con la teología en la cristiandad*, publicada en 1896, tuvo también una gran difusión⁸. No atacaba con tanta virulencia como Draper a la religión, pero sí sirvió, a pesar de no ser ésa la intención del autor, a propagar la idea de que el progreso humano requiere la victoria de la ciencia sobre la religión. En la introducción dice White: «En toda la historia moderna, la interferencia con la ciencia en un supuesto interés de la religión, con independencia de lo cuidadosa que esta interferencia haya sido, ha resultado en el más terrible mal para ambas, la religión y la ciencia». A pesar de la buena intención del autor, su libro y el de Draper han pasado a representar la postura que mantiene la incompatibilidad y el conflicto inevitable entre ciencia y religión.

La defensa frente a estos ataques fue a veces igualmente beligerante, como es el caso, por ejemplo, del polemista francés Denis Frayssinous, que en 1825 criticaba a los científicos de su tiempo como fabricantes de mundos que arreglan y desarreglan el universo a su capricho y parecen haber sido ellos los que han presidido la creación⁹. En estos años, concretamente en 1891, León XIII, con ocasión de la creación del Observatorio Vaticano, se hacía eco de estas opiniones y llamaba la atención sobre «los que calumnian a la Iglesia como amiga del oscurantismo, generadora de ignorancia y enemiga de la ciencia y el progreso», y afirmaba que la inauguración del observatorio «mostraba claramente que ella y sus pastores no están opuestos a la verdadera y sólida ciencia, sino que la abrazan, animan y promueven con la mayor de-

7. J.W. DRAPER, *op. cit.*, pp. LXIV y 305.

8. A.D. WHITE, *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*, Appleton, London 1896.

9. D. FRAYSSINOUS, *Défense du christianisme*, Paris 1821.

dicación»¹⁰. Todavía en 1976, Pablo VI reconocía que este malentendido entre el pensamiento científico y el pensamiento religioso cristiano sacude nuestra seguridad mental y es el gran problema de nuestro tiempo; y aseguraba que la mentalidad religiosa no es enemiga en absoluto del progreso científico, sino que, por el contrario, lo favorece y lo integra, tanto objetiva como subjetivamente, con su culto a la Verdad total¹¹.

Después de la Segunda Guerra Mundial se produce un cambio en estas posturas. Por un lado, se empieza a verificar un abandono de la euforia cientifista, que había favorecido la idea de la incompatibilidad y el conflicto inevitable entre la ciencia y la religión. Como dijo Robert Oppenheimer, que había dirigido su construcción, con la bomba atómica la ciencia había perdido su inocencia y no podía presentarse como el único agente de progreso para la humanidad. También se empezó a ver con preocupación el deterioro medioambiental causado por algunas aplicaciones tecnológicas. De la admiración sin límites de la ciencia se fue pasando a un cierto recelo, causado por el peligro de algunas de sus consecuencias. Por otro lado, los nuevos estudios históricos han mostrado que muchos de los argumentos usados por Draper y White no tienen una seria base histórica. Como muestra John H. Brooke, las relaciones entre la ciencia y la religión a lo largo de la historia han sido complejas y no se pueden reducir a las de su absoluta incompatibilidad y continuo conflicto¹². Numerosos estudios de tipo histórico en los últimos años, que tocan temas tan delicados como las épocas de Galileo y Darwin, han demostrado bastante claramente que ni el conflicto ni la armonía reflejan las complejas relaciones entre ciencia y religión. La idea del conflicto como único tipo de relación debe abandonarse, pues a lo largo de la historia las interacciones han sido tanto positivas como negativas¹³. A pesar de todo, sin embargo, la percep-

10. LEÓN XIII, *Motu proprio Ut mysticam* (1891); reproducido en S. MAFFEO, *La Specola Vaticana. Nove Papi, una missione*, Specola Vaticana, Città del Vaticano 2001, pp. 297-301.

11. PABLO VI, Audiencia General del 2 de junio de 1976.

12. J.H. BROOKE, *Science and Religion. Some Historical Perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge 1991.

13. Una clara presentación del tema para el caso del cristianismo se encuen-

ción del conflicto entre ciencia y religión aún sigue viva, y la vemos repetida todavía hoy, sobre todo a nivel popular. No negamos que haya habido interacciones negativas, éstas han de verse en su contexto histórico, en el que entran en juego numerosos factores, y no deben considerarse, de una manera simplista, como ejemplos de su incompatibilidad e inevitable conflicto.

A modo de ejemplo, podemos ver tres casos de interacción positiva entre religión y ciencia que, por sí solos, sirven para mostrar que no se puede hablar, como única forma de relación, de la representada por las imágenes del conflicto y la guerra. Para no reducirnos al cristianismo, podemos empezar por el fomento de la ciencia por parte del islam, sobre todo entre los siglos VIII y XIII. En los primeros estadios de este periodo, en los albores del islamismo, la astronomía y las matemáticas especialmente, pero también la medicina y las ciencias naturales, conocieron un gran florecimiento en la cultura árabe, impulsadas por la traducción de los textos científicos griegos al árabe. Estas ciencias se consideraban, por un lado, útiles para fijar las fechas y horas del culto, por ejemplo, y, por otro, como expresión de la alabanza al Dios creador. No fue sólo una utilización de la ciencia griega, sino que hubo un verdadero desarrollo de nuevas ideas, como el álgebra y el sistema decimal, no desarrollados en Grecia, donde los autores árabes incorporaron ideas de los matemáticos indios y añadieron los avances de nuevas observaciones astronómicas. La Edad Media se trae como ejemplo de la oposición a la ciencia que en Occidente supuso el cristianismo, atribuyéndole el abandono de la ciencia griega. La situación fue en realidad muy distinta, como veremos más adelante con más detalle. La parte occidental del Imperio Romano apenas conocía el griego, y la ciencia griega no se tradujo al latín. En la alta Edad Media se disponía sólo de los escasos conocimientos científicos transmitidos por los autores latinos. Hacia el siglo XII, la Iglesia inició e impulsó la fundación de las universidades, en las que la filosofía natural era una disciplina importante, y entre los siglos XII y XIV fomentó las traduc-

tra en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *God and Nature. Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, University of California Press, Berkeley 1986, «Introduction»: pp. 1-18.

ciones de los textos científicos griegos al latín, haciendo posible su utilización posterior por los creadores de la ciencia moderna¹⁴. Un tercer ejemplo sería el modo en que el desarrollo de la ciencia experimental en Inglaterra, en los siglos XVII y XVIII, fue fomentado por el movimiento protestante, que veía en la ciencia una forma de dar gloria a Dios y contribuir al bienestar del hombre. La influencia de la piedad protestante está presente en muchos de los científicos ingleses de dicha época, como Robert Boyle, Robert Hooke e Isaac Newton.

3.3. Actitudes generadoras de conflicto

Aunque la relación de conflicto no puede generalizarse como la única existente entre ciencia y religión, sí se pueden detectar en ambas algunas actitudes que dan origen a otros tantos conflictos¹⁵. Dentro del ámbito religioso encontramos la actitud fundamentalista, que puede adoptar diversas formas. Una de ellas, en el cristianismo, es el literalismo bíblico, que interpreta literalmente los textos de la Biblia sobre fenómenos naturales, dándoles carácter científico. Un ejemplo es el de la interpretación literal de los textos de la creación en los primeros capítulos del libro del Génesis, que estaba en la base de los conflictos con Galileo y Darwin, como se verá más adelante. Modernamente, esta postura ha llevado en los Estados Unidos a presentar como una teoría científica, por parte de determinadas corrientes protestantes conservadoras, el llamado «creacionismo», que sostiene la creación independiente de las especies de animales y plantas, tal como lo relata el primer capítulo del Génesis, y considera que la edad del mundo es del orden de unos 6.000 años, en contra de los resultados actuales de la evolución biológica y del cosmos. La discusión se ha llevado al terreno de la enseñanza en las escuelas de algunos

14. E. GRANT, *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional and Intellectual Contexts*, Cambridge University Press, Cambridge 1996.

15. I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, op. cit., pp. 135-145, se refiere al materialismo científico y el literalismo bíblico.

estados americanos, en los que se ha pretendido que esta doctrina se explique en las clases de biología, en lugar de la teoría de la evolución o junto con ella. Estas actitudes confunden el mensaje religioso de la Biblia con su expresión histórica y literaria, que depende de los elementos culturales de la época de la composición de cada uno de sus libros. Este tema lo trataremos despacio al hablar de creación y cosmología y de la evolución de la vida y del hombre. Esta actitud lleva, en general, a una indebida intromisión de la religión en el campo de la ciencia.

Así como hay un fundamentalismo religioso, hay también, aunque se hable menos de él, lo que podemos llamar un fundamentalismo científico que convierte la ciencia en una ideología totalizadora de visión materialista, fuera de la cual no hay otras perspectivas ni otro acceso a la realidad. No se trata, por tanto, de la ciencia misma, sino de una visión ideológica que pretende basarse en la ciencia como su única interpretación posible. Para ella, sólo la ciencia es fuente de conocimiento verdadero sobre el mundo y su sentido, y sobre ella han de basarse las actitudes que rigen los comportamientos. Esta actitud pretende, en nombre de la ciencia, negar toda relevancia a la religión, ya que no quedaría ningún lugar para ella. En algunos casos se llega incluso a querer explícitamente suplantarse la religión por una ideología basada en la ciencia. Actitudes de este tipo no son raras en ambientes científicos, y en ellas el aspecto ideológico se difumina o se oculta, apareciendo como si se tratara de la ciencia misma. Se trata aquí, en efecto, de una también indebida intromisión, ahora desde la ciencia en el campo de la religión.

Otra fuente de conflictos se encuentra en las consecuencias sociales de la ciencia y la religión. Nacen estos conflictos de la lucha por la influencia y el poder social; una lucha en la que algunos grupos se apoyan en el progreso de la ciencia para suplantarse la posición tradicionalmente ocupada por la religión. En Europa, el nacimiento de la ciencia moderna en los siglos XVI y XVII encuentra una sociedad en la que el estamento eclesiástico gozaba de una enorme influencia social, heredada de la tradición medieval. Grupos contrarios a esta situación se aprovechan de la irrupción del estamento científico y su rápido ascenso en prestigio y popularidad para apoyarse en él a la hora de confrontarse con la influencia de la religión. A las posturas sociales del estamento re-

ligioso, a veces excesivamente conservadoras, se oponen los que proponen reformas sociales radicales, y en esta confrontación se apoyan en el prestigio de la ciencia. A medida que aumenta el prestigio social de los científicos, éstos van reemplazando, en influencia popular y política, a los eclesiásticos. Aunque no sean los científicos los propulsores de este movimiento, sí se ven arrastrados muchas veces, consciente o inconscientemente, a este no declarado conflicto. Las tendencias secularizadoras modernas en la sociedad se apoyan muchas veces en la influencia de la ciencia, para minimizar o incluso hacer desaparecer la influencia social de la religión. Puede dar a veces la impresión de que se llega a presentar la ciencia como un sustituto de la religión, por lo que los científicos aparecen como los nuevos sacerdotes, poseedores y dispensadores del único conocimiento verdadero.

Hoy se puede afirmar que el enorme prestigio de la ciencia ha superado socialmente al de las instancias religiosas. Con ello, este tipo de conflicto ha disminuido, al no ser considerada ya la religión como un enemigo importante a derrotar. Resabios de los conflictos del pasado afloran, sin embargo, en la suspicacia y sensibilidad de los científicos ante las críticas que desde las instancias religiosas se hacen en relación con las posibles consecuencias negativas de su trabajo en el campo de la ética. No es extraño que la ciencia se presente hoy como la única instancia que no admite críticas y ante la cual no hay apelación posible. En algunos casos se puede decir que un cierto dogmatismo científico viene a sustituir al religioso. Estas actitudes, que en realidad defienden los ámbitos de influencia por uno y otro lado, se convierten en otras tantas fuentes de conflictos que buscan racionalizarse defendiendo la incompatibilidad entre ciencia y religión. A pesar de todo, este tipo de conflictos puede tener su lado positivo. A través de ellos la religión se ve obligada a reconocer que ha adoptado con demasiada frecuencia roles que la han acercado al poder político. Estos roles se han justificado por el peso de la tradición, sin un análisis crítico de los daños que a veces han causado. Desgraciadamente, estas situaciones de influencia y poder difícilmente son abandonadas por propia iniciativa, ni sus consecuencias negativas se reconocen fácilmente. Sólo cuando la religión se ve despojada de ellas, reconoce que, más que una ayuda, constituían un grave obstáculo para su verdadera misión. En efecto, si la religión

quiere conservar su fuerza crítica frente a todos los abusos de poder, que a veces utilizan como justificación argumentos aparentemente científicos, antes tiene que haberse desligado ella misma de todo poder. No es desde el poder desde donde la religión debe ejercer su influjo, sino desde la apelación a la conciencia del hombre y el recurso a una última instancia trascendente. La ciencia, por su lado, puede aprender a no sucumbir a la tentación de convertirse en una ideología dominante.

3.4. Autonomía e independencia

Una vez que hemos visto que no es correcto ni corresponde a la realidad histórica presentar la ciencia y la religión como mutuamente incompatibles, tenemos que considerar qué tipo de relación podemos establecer entre los dos. Si, como hemos visto, los conflictos entre ciencia y religión nacen de la indebida intromisión de la una en el campo de la otra, la solución al problema podría consistir en poner de manifiesto la mutua autonomía entre ellas. En el capítulo anterior hemos visto que religión y ciencia son dos tipos distintos de conocimiento y de lenguaje sobre la realidad independientes entre sí, cada uno de ellos válido dentro de su propio ámbito. Entre ellas no debería haber lugar al conflicto, ya que éste nace del hecho de no reconocer tal independencia. Ni la ciencia debe entrometerse en el ámbito de lo religioso, ni la religión en el de lo científico. La historia nos enseña, además, que ambas intromisiones han dado siempre malos resultados y han sido fuente de conflicto. Hay muchos argumentos en favor de esta actitud de mutua independencia. En primer lugar, está la necesidad de reconocer la autonomía de las ciencias en su terreno, y la de la religión y la teología en el suyo. Esta separación está motivada por el deseo no sólo de evitar conflictos innecesarios, sino de ser fieles al carácter distintivo de cada una y garantizar la compatibilidad y mutua autonomía y vigencia de cada una en su propio terreno.

El reconocimiento de la autonomía e independencia entre ciencia y religión se encuentra ya en la formulación medieval de los dos libros: el libro de la naturaleza y el de la revelación. Éstos son dos libros distintos, pero tienen un mismo autor: por tanto,

no pueden contradecirse. Entre otras formulaciones de este principio podemos citar la de Francis Bacon: «El libro de la palabra de Dios y el libro de las obras de Dios... Estos saberes no se deben mezclar ni confundir». Galileo insistía en lo mismo en su carta a Cristina, Duquesa de Lorena: «En las discusiones de los problemas naturales no se debería comenzar por la autoridad de textos de la Escritura, sino por las experiencias sensibles...; los efectos naturales que la experiencia sensible nos pone delante de los ojos... no pueden ser condenados por citas de la Escritura»¹⁶. El reconocimiento de la mutua autonomía de la ciencia y la religión se encuentra claramente recogido en el documento sobre la Iglesia en el mundo moderno del Concilio Vaticano II¹⁷. En este documento se dice que «muchos de nuestros contemporáneos parecen temer que, por una excesiva vinculación entre la actividad humana y la religión, sufra trabas la autonomía del hombre, de la sociedad o de la ciencia». Después de afirmar que es absolutamente legítima esta exigencia de autonomía, concluye que «la investigación metódica en todos los campos del saber, si se realiza de una forma auténticamente científica y conforme a las normas morales, nunca será en realidad contraria a la fe, porque las realidades profanas y las de la fe tienen su origen en un mismo Dios». Recordando, sin embargo, los conflictos a los que ha llevado la falta de este reconocimiento, y en concreto el caso de Galileo, afirma que «son de deplorar, a este respecto, ciertas actitudes que, por no comprender bien el sentido de la legítima autonomía de la ciencia, no han faltado algunas veces entre los propios cristianos; actitudes que, seguidas de agrias polémicas, indujeron a muchos a establecer una oposición entre la ciencia y la fe»¹⁸. De acuerdo con el Concilio, el reconocimiento de la mutua autonomía es, por tanto, el primer paso para establecer unas relaciones correctas entre ciencia y fe. Juan Pablo II, en un documento de 1988 sobre ciencia y religión, que citaremos más veces, apoya esta posición diciendo: «Ciencia y religión deben preservar su au-

16. G. GALILEI, *Carta a Cristina de Lorena*, Alianza, Madrid 1987, p. 70.

17. «Constitución pastoral sobre la Iglesia en el mundo actual» (*Gaudium et Spes*), en CONCILIO VATICANO II, *Constituciones. Decretos. Declaraciones*, BAC, Madrid 1965, pp. 209-365.

18. *Gaudium et Spes*, n. 36, pp. 256-257.

tonomía y su peculiaridad. Cada una tiene sus propios principios y modos de proceder»¹⁹. A una conclusión parecida llegó el consejo de la Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos en 1981, en el debate sobre el creacionismo, afirmando: «La religión y la ciencia son ámbitos separados y excluyentes del pensamiento humano, y su presentación conjunta en el mismo contexto da lugar a que se comprendan equivocadamente tanto las teorías científicas como las creencias religiosas»²⁰.

Barbour revisa los argumentos –deducidos de los movimientos teológicos protestantes del fideísmo neo-ortodoxo, el existencialismo religioso y el análisis lingüístico– favorables a considerar la ciencia y la religión como formas de vida y de pensamiento independientes y autónomas²¹. Resumiendo: según el movimiento de la neo-ortodoxia protestante y su exponente principal, el teólogo alemán Karl Barth, la religión se basa en la fe como respuesta del hombre a Dios que se revela en la historia, no en la naturaleza. Dios sólo puede ser conocido en la medida en que se ha revelado en Cristo y es confesado en la fe. Por tanto, se acentúa el contraste entre ciencia y religión, ya que la primera se basa en la observación y en la razón humana, mientras la segunda se fundamenta en la revelación divina. Otra corriente que defiende también una separación entre las dos es la del existencialismo. Según Barbour, aquí el contraste se establece entre el ámbito de la conciencia personal y el de los objetos no personales. Para los existencialistas religiosos, a Dios se le encuentra en la inmediatez y la

-
19. «Message of His Holiness Pope John Paul II», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER, G.V. COYNE (eds.), *Physics, Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, Vatican Observatory, Città del Vaticano 1988 (trad. cast.: «Mensaje de su Santidad Juan Pablo II», en *Física, filosofía y teología. Una búsqueda en común*, EDAMEX, UPAEP, México. El mensaje, más una serie de comentarios sobre él, en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y G.V. COYNE, *John Paul II on Science and Religion. Reflections on the New View from Rome*, Vatican Observatory Publications, Città del Vaticano 1990.
 20. F. PRESS, *Science and Creationism: A View from the National Academy of Sciences*, National Academy Press, Washington 1984, p. 6.
 21. I. BARBOUR, «Ways of Relating Science and Theology», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER, G.V. COYNE (eds.), *Physics, Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, op. cit., pp. 27-33; I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, op. cit., pp. 146-154.

participación personal, que caracterizan las relaciones del tipo yo-tú, no en el análisis objetivante propio del conocimiento científico. La tercera corriente del análisis lingüístico considera ciencia y religión como dos lenguajes distintos que son independientes entre sí. Barbour concluye su análisis de estas tres corrientes diciendo que ellas entienden que tanto la ciencia como la religión son formas de vida y pensamiento autónomas e independientes entre sí.

El paleontólogo Stephen Jay Gould ha formulado el postulado de la total independencia entre ciencia y religión con el término «magisterios no-solapables» y el acrónimo NOMA (*Non Overlapping Magisteria*)²². Para Gould, la ciencia trata de documentar el carácter factual del mundo natural (de qué está hecho el universo) y desarrollar teorías que coordinen y expliquen estos hechos y cómo funcionan, mientras que la religión se mueve en el campo de los fines humanos, el sentido último de la realidad y los valores éticos, temas que el dominio fáctico de la ciencia puede iluminar, pero no puede nunca resolver. Desde este punto de vista, no ve Gould cómo se pueden unificar o sintetizar los dos bajo un esquema de explicación o análisis común, a la vez que entiende que no deben experimentar ningún conflicto²³. Se trata, pues, con sus propias palabras, de dos magisterios que no se solapan ni se superponen; entre ellos debe haber un concordato respetuoso. Aunque propone como única relación posible y deseable la mutua independencia, acepta que ambas deben estar abiertas entre sí a un diálogo que rechace el irenismo, al que conducen el sincretismo y la postura de lo políticamente correcto que evita la discusión. A esta postura se acerca la mantenida por el físico Max Planck, iniciador de la física cuántica, que decía: «Ciencia y religión son dos vías paralelas que sólo se unen en el infinito».

22. S.J. GOULD, *Rocks of Ages. Science and Religion in the Fullness of Life*, Ballentine Books, New York 1999 (trad. cast.: *Ciencia versus religión: un falso conflicto*, Crítica, Barcelona 2001).

23. S.J. GOULD, *op. cit.*, pp. 4-5.

3.5. Diálogo

Como Barbour reconoce, si la ciencia y la religión fueran totalmente independientes, se evitaría todo riesgo de conflicto, pero con ello se diluiría también la posibilidad de un diálogo constructivo y un enriquecimiento mutuo²⁴. Además, querer mantener la ciencia y la religión totalmente separadas, sin ninguna interacción entre ellas, es, como nos muestra la historia, completamente imposible. A lo largo de la historia, tanto la religión como la ciencia son elementos de un proceso más amplio que podemos designar como «cultura», en el que se mezclan además el arte en todas sus manifestaciones, las relaciones personales y muchos otros elementos. Entre ellas no puede menos que haber una continua interacción. Aunque se ha de respetar la autonomía propia de cada una de estas manifestaciones culturales, su interacción y diálogo mutuo tiene también que aceptarse.

Respetando la mutua autonomía, la absoluta independencia no es, por tanto, realista ni suficiente. En el fondo, ambas son visiones de una misma realidad y no pueden ignorarse mutuamente. En muchos casos, una misma persona participa de ambas y no puede mantener una esquizofrenia, dividiendo su mente en dos compartimentos estancos. Si la relación de la incompatibilidad y un continuo e inevitable conflicto no representan la situación real, la absoluta independencia tampoco es recomendable, por lo que es necesario proponer entre ellas una relación de diálogo²⁵. Un diálogo que implica una comunicación, un intercambio de información entre las dos. La reflexión religiosa (teología) no puede dejar de tener en cuenta la visión del mundo que ofrece la ciencia, ya que en toda religión hay siempre una consideración de la relación entre el mundo y la divinidad. Forma parte de la esencia de toda religión el expresar también, a través de sus ritos y símbolos, la relación del mundo con Dios, de los hombres entre sí y del hombre con la naturaleza, y poner al hombre en contacto con el origen del universo y de la vida. En las tres religiones monoteístas –judaísmo, islam y cristianismo– Dios es el creador

24. I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, op. cit., p. 154.

25. *Ibid.*, pp. 154-170.

del mundo, cuyo ser depende totalmente de él. La contemplación del mundo como salido de las manos de Dios, y en el que se encuentra la manifestación de su presencia, es un elemento importante en ellas. Cómo es este mundo que Dios ha creado y que conocemos a través de la ciencia, no puede menos de ser algo importante, también para la teología, al hablar de la creación. Ya en el siglo XIII, Santo Tomás de Aquino expresaba que el error acerca de las criaturas lleva a una falsa idea de Dios y puede apartar las mentes de los hombres de Dios²⁶. Por lo tanto, la teología no puede ser totalmente indiferente a la imagen del mundo que las ciencias van creando a lo largo del tiempo. De hecho, a lo largo de la historia una mutua influencia siempre ha existido y, por ejemplo, la visión religiosa del mundo ha ido asumiendo los modelos cosmológicos vigentes en cada época. El relato de la creación del Génesis refleja la imagen cosmológica del mundo vigente en la cultura del Oriente Medio en la época de su composición; y, como veremos más adelante, los Padres de la Iglesia asumieron muy pronto el modelo cosmológico geocéntrico de la astronomía griega.

Si se puede decir que un cierto diálogo siempre ha existido, hoy debe hacerse más explícito e intenso. Barbour propone como campo de este diálogo las cuestiones límite o fronterizas que suscita la ciencia, pero cuyas respuestas escapan a su propia metodología. Entre ellas se pueden citar el origen y destino del universo y del hombre, el futuro de la humanidad y las cuestiones éticas. Para él las diferencias metodológicas entre ciencia y religión deben ser atenuadas por lo que él mismo denomina «paralelismos metodológicos». A partir de éstos, la supuesta objetividad de la ciencia y la pretendida subjetividad de la religión deben matizarse, y debe reconocerse que, aun desde el punto de vista metodológico, existen puntos de contacto entre ellas. Otros campos en los que se puede y debe establecer un diálogo entre la ciencia y la religión son para Barbour la emergencia de una espiritualidad

26. TOMÁS DE AQUINO, *Summa contra gentiles* 2, 3, 6: «Nam error circa creaturas redundant in falsam de Deo sententiam et hominum mentes a Deo abducit in quem fides dirigit nititur, dum ipsas quibusdam aliis causis supponit».

centrada en la naturaleza o los aspectos de carácter ético y religioso suscitados por el ejercicio del trabajo científico. A este diálogo se refería también Juan Pablo II en el ya citado documento, diciendo: «...una simple neutralidad ya no es aceptable. Tenemos hoy una oportunidad sin precedentes para una relación común interactiva en la que cada disciplina mantiene su integridad y, sin embargo, está radicalmente abierta a los descubrimientos e intuiciones de la otra... El problema es urgente». Comparando la situación de los aportes de la ciencia actual con la incorporación de la filosofía aristotélica a la teología por Santo Tomás de Aquino, comenta: «¿No podemos esperar que las ciencias contemporáneas, junto con todas las formas de conocimiento humano, vigoricen y den forma a aquellas áreas de la teología que tienen que ver con la relación de la naturaleza, la humanidad y Dios?»; para terminar diciendo: «La ciencia puede purificar a la religión del error y la superstición; la religión a la ciencia, de idolatrías y falsos absolutos»²⁷.

Para entender bien este diálogo se debe reconocer que no es del todo simétrico. Mientras que el conocimiento científico de la naturaleza es importante en el trabajo teológico mismo, la ciencia como conocimiento de la naturaleza no depende de intuiciones religiosas, aunque algunos científicos pueden ser movidos por ellas. En cierto sentido, se puede decir que la ciencia, en cada época de su desarrollo, da una imagen del mundo todo lo completa que le es posible, dentro de su propia metodología, y no compete a la religión rellenar los huecos que aún le quedan y que ella misma en el futuro rellenará. En este sentido, la religión no aporta nada a la ciencia como conocimiento de la naturaleza dentro de su propia metodología. Como muy bien dice Juan Pablo II, lo que la religión aporta a la ciencia es librarla de convertirse en un absoluto, es decir, del peligro de convertirse en una ideología que pretenda tener todas las respuestas a los interrogantes que el hombre se hace sobre su relación con el mundo, sobre sí mismo y sobre su destino. Por el contrario, el conociemien-

27. JUAN PABLO II, «Message of His Holiness Pope John Paul II», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER, G.V. COYNE (eds.), *Physics, Philosophy and Theology. A Common Quest for Understanding*, op. cit., pp. 24, 25.

to de las ciencias sobre la naturaleza y sobre el hombre mismo sí tiene que ser tenido en cuenta en la reflexión de la teología. En realidad, la imagen del mundo que ofrecen las ciencias siempre ha estado presente en el pensamiento teológico. El aferrarse a una imagen que ya empezaba a ser desechada por la ciencia fue precisamente fuente de algunos conflictos, como veremos en el caso de la resistencia a la aceptación del heliocentrismo y la teoría de la evolución. Fue precisamente la falta de diálogo lo que motivó que se tomaran decisiones por las autoridades religiosas que luego se han tenido que lamentar. Este «intenso diálogo con la ciencia contemporánea», tan necesario, es echado de menos por Juan Pablo II entre los que se dedican a la docencia y a la investigación teológica. La ciencia, aunque no el científico, puede ignorar a la teología, pero la teología no puede ignorar a la ciencia. El diálogo debe estar abierto por ambas partes, pero no tiene las mismas características en ambos sentidos.

A pesar de que queda bastante clara la necesidad del diálogo entre ciencia y religión, la realidad nos descubre que en la práctica no es fácil de llevar a cabo. En el siglo XIX, y hasta mediados del siglo XX, la ausencia de un verdadero diálogo desde el lado religioso se manifestaba en las posturas apologéticas. Éstas, en muchos casos, se situaban como una defensa justificada por los ataques de posturas filosóficas que utilizaban la ciencia como argumento en contra de la religión. Estas actitudes por ambos lados favorecían poco el diálogo. A partir de mediados del siglo XX, la situación ha cambiado, impulsada por nuevos enfoques sobre la naturaleza del conocimiento científico y de la tarea teológica. Como reconoce John Polkinghorne, él mismo un físico teórico y ordenado después sacerdote de la Iglesia Anglicana, en este diálogo han abundado más los científicos (entre los que podemos destacar a él mismo y al ya citado Ian Barbour, físico-químico, y Arthur Peacocke, bioquímico y también sacerdote anglicano) que los teólogos²⁸. Los tres mencionados autores son considerados en general como los grandes pioneros de este diálogo. De

28. J. POLKINGHORNE, *Belief in God in an Age of Science*, Yale University Press, New Haven 1998, cap. 4: «The continuing dialogue between science and religion», pp. 77-100.

los teólogos, cuya ausencia lamenta, Polkinghorne cita a los protestantes Thomas Torrance y Wolfhart Pannenberg. Del campo católico podemos citar, uniendo la perspectiva científica y la teológica, a Michel Heller, físico y profesor del Instituto Teológico de Cracovia, William Stoeger, astrónomo del Observatorio Vaticano, Mariano Artigas, profesor de la Universidad de Navarra, y Dennis Edwards, teólogo australiano. Polkinghorne propone una serie de líneas por las que debe moverse el diálogo: una participación mayor de teólogos y miembros de otras tradiciones religiosas, además de la cristiana; una seria discusión de problemas éticos; un reconocimiento en la teología de formas de pensar desde la experiencia análogas a las de la ciencia; la aceptación de puntos de vista holísticos y relacionales en la ciencia, que se pueden correlacionar con los de la teología; y posturas de realismo crítico con respecto al conocimiento, tanto científico como teológico. Concluye Polkinghorne diciendo que «ciencia y teología... participan de un mismo fin que las hace dignas de la atención de todo el que esté poseído de integridad intelectual y deseo de comprender. Ellas, en sus diferentes formas y dominios, están empeñadas en la búsqueda de la verdad, y esto es suficiente para garantizar que continuará desarrollándose entre ellas un fructífero diálogo»²⁹.

3.6. Complementariedad

Otra manera de mirar la relación entre ciencia y religión, que implica algo más que el diálogo o que explicita las consecuencias del diálogo, es la que podemos definir como «de complementariedad». Esta relación ha sido recientemente propuesta por Hans Küng, aunque se encuentra en otros autores anteriores³⁰. Esta idea fue ya propuesta en 1925 por el físico danés Niels Bohr, pionero de la aplicación de la mecánica cuántica a los modelos atómicos, quien consideraba que se podían entender la religión y la ciencia como dos descripciones complementarias de la realidad.

29. *Ibid.*, pp. 99-100.

30. H. KÜNG, *op. cit.*, pp. 57-58. En lugar de una confrontación o integración, propone un modelo de complementariedad.

Bohr defendía que en la física se dan descripciones complementarias de un mismo fenómeno, como la de onda y partícula, y añadía que la física atómica nos enseña que debemos pensar más sutilmente que hasta ahora³¹. Bajo el término «complementariedad» entendemos que las dos visiones de la realidad que ofrecen la religión y la ciencia no sólo no son mutuamente excluyentes, sino que se complementan la una a la otra. No deben traerse para establecer un conflicto entre ellas ni mantenerlas totalmente aparte la una de la otra. Tampoco, defiende Küng, se debe buscar una integración entre las dos en la que los teólogos adapten los dogmas religiosos a los resultados de la ciencia, y los científicos no instrumentalicen la religión para sus tesis. Defiende un modelo de complementariedad de interacción crítico-constructiva en la que se conserve la esfera propia de cada una, se eviten las participaciones ilegítimas y se abandone todo intento de absolutización por ambas partes.

De esta forma, la complementariedad afirma que las dos, junto con otras visiones que el hombre tiene de la realidad, como la artística y la ética, son necesarias para captar dicha realidad en toda su riqueza y complejidad. La diferencia entre la relación de diálogo y la de complementariedad consiste en que la primera sólo afirma que debe haber una relación entre las dos en la que se comuniquen, mientras que la de complementariedad afirma además que ninguna de ellas es una visión completa de toda la realidad, y que cada una de ellas se complementa con la otra. La complementariedad implica, por tanto, que las visiones de la realidad no serán completas si no incluyen las otras. Las maneras de complementarse la una con la otra son de distinto carácter. Esta relación se puede ilustrar con el famoso dicho de Einstein: «la ciencia sin la religión está coja, y la religión sin la ciencia está ciega»³². Esto puede interpretarse como que la religión debe dejarse

31. W. HEISENBERG, «Erste Gespräche über das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion», en H.-P. DÜRR (ed.), *Physik und Transzendenz. Die grossen Physiker unseres Jahrhunderts über ihre Begegnung mit dem Wunderbaren*, Scherz, Bern 1988, pp. 305-306.

32. A. EINSTEIN, «Ciencia y religión», en K. WILBER (ed.), *Cuestiones cuánticas. Escritos místicos de los físicos más famosos del mundo*, Kairós, Barcelona 1984, pp. 161-170.

iluminar por los conocimientos del mundo que aportan las ciencias, y el trabajo científico dejarse impulsar por el sentimiento religioso. En un caso, las formulaciones teológicas deben tener en cuenta las aportaciones que va presentando la ciencia; en el otro, la práctica de la ciencia debe tener en cuenta las intuiciones éticas y morales que provienen del pensamiento religioso. Pero éstas son tan sólo algunas de las muchas maneras en que la ciencia y la religión se complementan entre sí para crear una visión más completa de la realidad. La visión, en muchos casos reduccionista, de la ciencia se puede ver completada con las perspectivas de totalidad y la apertura a la trascendencia que ofrecen las intuiciones religiosas; y, a su vez, el pensamiento religioso puede verse enriquecido por los adelantos en nuestro conocimiento de los fenómenos naturales. Pero no son éstas las únicas perspectivas que el hombre tiene de la realidad; existen otras, como la artística o la ética, y todas ellas contribuyen –sin oponerse y enriqueciéndose mutuamente– a comprender la realidad. Un ejemplo de enriquecimiento mutuo lo encontramos en la relación entre la visión religiosa y la artística. La religión sirve de inspiración para numerosas obras de las artes plásticas, la poesía y la música, y a su vez las producciones artísticas son muchas veces vehículo de inspiración religiosa. La poesía de los autores místicos y el sentimiento reflejado en los iconos orientales son sólo dos ejemplos de esta relación de complementariedad entre religión y arte. En otro ámbito de cosas se puede proponer una relación análoga entre religión y ciencia.

3.7. Integración

El último tipo de relación entre ciencia y religión propuesto por Barbour es el que denomina «de integración», aunque este término puede no ser siempre el más adecuado³³. En esta categoría se integran las propuestas que defienden una relación más directa entre las dos y en las que se propone que es posible llegar a una

33. I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, op. cit., pp. 170-181.

cierta integración o continuidad entre los contenidos de la religión o la teología y los de la ciencia. Se va, por tanto, más allá del diálogo y la complementariedad que hemos explicado más arriba. El elemento esencial de estas propuestas es que, más que de autonomía, se habla de integración, es decir, que ciencia y religión quedan englobadas en una perspectiva unitaria que las une. En este modelo, quizá sea más preciso hablar más específicamente de relación entre teología y ciencia, ya que se trata de propuestas que parten de la reflexión teológica, más que de la práctica de la religión, para integrar en ella los resultados y métodos de la ciencia. Así como en las relaciones anteriores las posiciones eran bastante uniformes, en ésta se da una gran variedad de posturas. Aquí también es importante distinguir el papel que desempeña la filosofía, que debe ser distinguido del de la ciencia. En algunos casos puede ser una reflexión filosófica de la realidad que toma elementos del conocimiento científico la que interacciona con la teología. Aunque es difícil clasificar las distintas posturas, Barbour, distingue tres tipos de integración: la teología natural, la teología de la naturaleza y la síntesis sistemática.

Dada la diversidad de propuestas, que tienen características muy distintas, aquí vamos a dividir las en dos grandes categorías, la primera va del conocimiento científico o filosófico de la naturaleza, para acabar en la consideración sobre Dios; la segunda parte de una postura religiosa e integra en ella las aportaciones de la ciencia o la filosofía. Esta división puede parecer un poco artificial, y algunas propuestas son difíciles de clasificar en uno u otro grupo. De entre las muchas propuestas que se pueden encontrar en la literatura reciente, hemos elegido algunas, sin pretender en modo alguno abarcarlas todas. Tampoco en el corto espacio dedicado a ellas se puede hacer la merecida presentación de sus líneas más importantes. Se trata sólo de ofrecer ejemplos que ilustren las propuestas de distintos tipos de integración.

3.8. Del conocimiento de la naturaleza al de Dios

La propuesta más antigua de un conocimiento racional de Dios, que parte del conocimiento del mundo natural, es la de la teología natural en su sentido clásico. Por «teología natural» se entien-

de, de una manera general, un conocimiento racional, independiente del que aporta la fe religiosa, que se plantea la existencia de Dios y su relación con el mundo y mantiene la capacidad de decir algo sobre su naturaleza. En ella se presenta la posibilidad de encontrar un camino desde la filosofía o la ciencia que conduzca hasta el conocimiento de Dios. Este camino lo encontramos ya en los filósofos griegos, sobre todo en Platón y Aristóteles. Como veremos, en la tradición cristiana se propuso la posibilidad de este camino racional hacia Dios desde los escritos de los Santos Padres. Entre las formulaciones más famosas se encuentra el argumento ontológico de San Anselmo de Canterbury y las cinco vías de acercamiento racional a Dios de Santo Tomás de Aquino, que se han interpretado a veces como verdaderas pruebas de su existencia. Es importante subrayar que no se habla aquí del conocimiento científico en el sentido moderno, sino del filosófico y, más concretamente, del metafísico. Se tiene que comenzar por aceptar la validez del conocimiento metafísico, y es la reflexión sobre el sentido del ser lo que lleva a la consideración del ser absoluto, es decir, de Dios: cómo puede ser conocido racionalmente, en qué aspecto y de qué manera, teniendo en cuenta que la imagen de Dios de la teología natural no es aún el Dios de la fe³⁴. La posibilidad de este tipo de teología natural se ha mantenido hasta nuestros días, con algunas variantes, entre autores de la tradición católica. Juan Pablo II insiste en su relevancia actual afirmando: «Existe, pues, un camino que el hombre, si quiere, puede recorrer y que se inicia con la capacidad de la razón de levantarse más allá de lo contingente para ir hacia lo infinito»³⁵. En esta teología natural pueden hoy también introducirse elementos procedentes de las ciencias naturales.

La teología natural adquiere un aspecto distinto en los autores de la tradición anglosajona, que defienden que a partir del conocimiento científico de la naturaleza, en el sentido de la ciencia moderna experimental, se puede también encontrar la presencia

34. K. RIESENHUBER, «Teología natural», en *Sacramentum Mundi*, vol. 6, pp. 599-610.

35. JUAN PABLO II, *Fe y razón*. Carta encíclica «*Fides et ratio*», Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid 1998, p. 44.

de indicios que indican la existencia de un Dios creador. El punto de partida es ahora el mundo conocido por la ciencia, desde el cual se descubre el camino hacia la existencia y la acción de Dios en él. Este tipo de argumentación tuvo un gran auge en los autores ingleses protestantes de los siglos XVIII y comienzos del XIX. Aunque su desarrollo histórico lo veremos más adelante, podemos citar aquí la obra de William Paley, *Natural Theology* (1804), en la que se insiste en que la unidad, el diseño y la finalidad que pueden ser descubiertos por la ciencia en la naturaleza son una prueba de la existencia y la acción de Dios en el mundo. Thomas Paine, en su obra *Age of Reason* (1807), insiste en que la naturaleza conocida por la ciencia nos enseña las leyes divinas presentes en la naturaleza y nos descubre la bondad del Creador. Algunos de estos autores llegan a decir que de los dos caminos para llegar a Dios, el de la revelación y el de la naturaleza, este segundo es más claro y seguro. El argumento principal utilizado es el del diseño que, según estos autores, se puede encontrar en el mundo natural conocido a través de la ciencia; es decir, la admirable adaptación de los órganos para su función señalan a un Dios creador que los ha hecho con esta finalidad. Este tipo de razonamiento basado en la finalidad sufrió un fuerte golpe, del que difícilmente se recuperó, con la propuesta por Darwin de la evolución, en la que se niega toda finalidad en la naturaleza, y sólo se encuentra el mecanismo de la selección natural por cambios al azar y la adaptación al medio. Podemos concluir que la ciencia, por sí sola, no puede descubrir ningún diseño en la naturaleza, y ella en sí misma no es camino que encuentre necesariamente a Dios.

Una propuesta moderna que podemos incluir dentro de esta última corriente es la que se conoce con el nombre de «diseño inteligente». Los defensores de esta propuesta, presentes sobre todo en Estados Unidos, proponen que la evolución biológica que sabemos por la ciencia que ha tenido lugar en la tierra no se puede explicar solamente por los mecanismos del azar y la adaptación de las teorías darwinistas y que, por lo tanto, es necesario aceptar que revela la presencia de un diseñador inteligente que ha dirigido el proceso. Para no parecer demasiado religiosa, la propuesta no habla explícitamente de Dios. Los defensores de esta doctrina tratan de demostrar, con detalles concretos de la evolución bio-

lógica, que la ciencia actual no parece explicar adecuadamente la necesidad de aceptar una finalidad en el proceso evolutivo. Con otras palabras, el estudio detallado del proceso de la evolución biológica indica una direccionalidad y una programación inteligente. La dificultad de esta propuesta es que se presenta, erróneamente, como una teoría científica alternativa a la de la evolución y pretende que se explique en las escuelas públicas. En ella se parte de un conocimiento científico de la naturaleza y, pretendiendo que no se sale de él, se propone que las evidencias puramente científicas exigen el reconocimiento de una finalidad y un diseñador. El camino seguido, sin embargo, no es válido, ya que a Dios no se puede llegar a partir de las deficiencias de la explicación científica, como un elemento dentro de ella misma. Éste sería el tantas veces refutado «Dios-tapa-agujeros», que la ciencia misma, con el tiempo, acaba siempre haciendo innecesario. Reconocer una finalidad y un diseño en la naturaleza pertenece a otro nivel de conocimiento, no al científico; pertenece al nivel al filosófico o teológico. Volveremos sobre este tema en el capítulo 9.

Una propuesta que podemos incluir aquí en parte es la del pensamiento del jesuita y paleontólogo francés Pierre Teilhard de Chardin. Teilhard empieza llamando la atención sobre el papel de la ciencia en la evolución humana como el verdadero motor del progreso y, desde la visión científica del mundo, que nos presenta su naturaleza evolutiva, llega a la conclusión de que la evolución debe ser convergente y hallar su culminación en lo que él llama el «Punto Omega»³⁶. A esta conclusión se llega, según él, conducido lógicamente por la aplicación integral al hombre de las leyes experimentales de la evolución. Parte de la necesidad de aceptar que el estudio total del fenómeno humano reclama unas determinadas exigencias y métodos que van más allá de los comúnmente empleados por la ciencia. Como él mismo admite, su planteamiento no es el de la ciencia en sentido estricto, sino el de una fenomenología, o física generalizada o superfísica, en la que todos los aspectos de la realidad se deben tener en cuenta. No sólo, por tanto, la cara externa del mundo, objeto de las ciencias na-

36. P. TEILHARD DE CHARDIN, *El fenómeno humano*, Taurus, Madrid 1965.

turales, sino también lo que él llama su cara interna. De esta forma, piensa Teilhard que la evolución de la materia, siempre en la dirección de una mayor complejidad, implica en realidad una evolución hacia la conciencia que está ligada con la interioridad de las cosas. Para el jesuita francés, el proceso biológico no se realiza por el puro azar, sino que hay que reconocer en él una dirección que marca el camino de la evolución de la materia inerte a la vida, y de la vida a la conciencia. Proyectado hacia el futuro por un proceso de convergencia humana, este camino termina culminando en el Punto Omega, que, al tener las cualidades de ser personal y personalizador, se identifica con el Dios de la fe. Aunque en este camino Teilhard no invoca para nada la religión, sí reconoce que él no se habría atrevido a formular esta hipótesis sin haberla vivido ya en su conciencia de creyente. Teilhard dio un paso más de integración entre ciencia y religión al proponer una metafísica de la unión en la que ser es igual a unir o unirse. Con esta nueva metafísica engloba tanto la naturaleza evolutiva del cosmos hacia una creciente complejidad, por la unión de elementos más simples, como el misterio mismo de Dios en unión trinitaria. Con esto Teilhard puede decir que «religión y ciencia son dos caras o fases conjugadas de un mismo acto completo de conocimiento, el único que puede abrazar, para contemplarlos, medirlos y acabarlos, el pasado y el futuro de la evolución»³⁷. El pensamiento de Teilhard se explicará con más detalle en el capítulo 9.

La reflexión filosófica, en su búsqueda de sentido y explicación de la realidad, puede encontrar apoyos en las imágenes que aporta la ciencia, para remontarse a la consideración de un Dios creador. Para ello debe tenerse en cuenta la naturaleza del conocimiento científico y sus limitaciones. Por ejemplo, el enigma de que el hombre pueda captar racionalmente las claves del universo puede llevar a descubrir un principio último que explique su racionalidad; o, dicho de otra forma, la combinación de un mundo a la vez contingente e inteligible puede llevar a la hipótesis de un Dios necesario y racional. Los resultados de la ciencia se convierten de esta forma en un punto de partida para el problema de Dios. El físico Paul Davies dedica una larga discusión a este pro-

37. *Ibid.*, p. 340.

blema sin llegar a una conclusión clara, y solamente admite que, «por sí mismos, los argumentos ontológico y cosmológico no son sino indicadores de la existencia de un ser necesario. Este ser, sin embargo, permanece oscuro y abstracto. Si un ser semejante existe, ¿podemos decir algo sobre su naturaleza apoyándonos en un examen del universo físico?»³⁸. Es significativo que al final de su libro exprese: «La esencia de este libro ha consistido en seguir las huellas retrospectivas de la racionalidad científica, tanto como ha sido posible, con el fin de buscar respuestas últimas al misterio de la existencia», para terminar preguntando: «¿Qué esperanza cabe albergar de que el objetivo último de esta búsqueda no sea más que una quimera?»³⁹. De esta forma, al final de su camino Davies sólo llega a plantear preguntas para las que la ciencia misma no tiene respuesta, pero para las que él tampoco la encuentra en la filosofía o en la teología.

Otra perspectiva en la que se llega a una conclusión más positiva es la que adopta Frank Tipler, físico teórico, en su camino directo desde la ciencia, y más concretamente desde la física hasta Dios, y que él denomina «teoría del Punto Omega». Según él, ésta es «una teoría científicamente comprobable que propone la existencia de un Dios omnipotente, omnisciente y omnipresente, el cual en un futuro lejano nos resucitará a todos para que vivamos eternamente»⁴⁰. Manteniendo, curiosamente, un punto de vista totalmente reduccionista y materialista, y sin apelar en ningún momento a la fe, Tipler confiesa que el camino de la física lleva irremediamente al encuentro de Dios. Por eso aboga por la unificación de la ciencia y la religión y afirma que la teología es una rama de la física; no sólo eso, sino que debe pasar a serlo si quiere sobrevivir. Para él la teología no es más que una cosmología física, basada en la suposición de que la vida, tomada en su conjunto, es inmortal⁴¹. No podemos aquí dar una explicación de cómo desarrolla Tipler su pensamiento y cómo llega a la necesi-

38. P. DAVIES, *La mente de Dios. La base científica para un mundo racional*, McGraw Hill, Madrid 1993, p. 184.

39. *Ibid.*, p. 217.

40. F.J. TIPLER, *La física de la inmortalidad. Cosmología contemporánea: Dios y la resurrección de los muertos*, Alianza, Madrid 1994, p. 33.

41. *Ibid.*, pp. 17, 43, 50.

dad de la existencia de un Punto Omega en el universo. Basta con presentarlo como un sistema en el que se establece una continuidad en la que, desde la ciencia, se llega a la propuesta de Dios. Naturalmente, muchas de sus propuestas son muy controvertidas, como la de definir la vida como información conservada a través de la selección natural, o la de su modelo de Dios (Punto Omega), que está evolucionando en su carácter inmanente, que es eternamente incompleto en su trascendencia y que, «desde el punto de vista cuántico, es un campo invisible omnipresente que guía y da lugar a todo ser y, en último caso, está Personalizado»⁴².

En la misma línea se encuentra la propuesta de Diarmuid O'Murchu, que él designa con el nombre de «teología cuántica» y que busca «desmantelar la exclusividad de la teología religiosa y abrirla a todo el que esté preparado para tomar parte en la experiencia vivida del universo como una realidad cuántica»⁴³. El punto de partida para O'Murchu es el misterio y el significado inherente a la teoría cuántica, que va más allá de las implicaciones puramente científicas para afectar a la comprensión de la vida en cada nivel de existencia. De acuerdo con este enfoque, desde la visión cuántica del universo se tienen que revisar muchos de nuestros conceptos, como, por ejemplo, nuestra imagen de Dios, que para la teología cuántica se describe como «una energía creadora que incluye y supera los atributos dados por la teología tradicional y obra a través del movimiento, el ritmo y las estructuras dentro de la naturaleza de la vida misma». La propuesta de O'Murchu es muy problemática y difícilmente aceptable. La física cuántica tiene su sentido en la explicación de los fenómenos subatómicos y no puede utilizarse fuera del ámbito de la física.

Otro enfoque que podemos incluir dentro de esta categoría es el derivado de la filosofía del proceso. Esta filosofía fue propuesta por el filósofo y matemático norteamericano Alfred North Whitehead bajo la influencia conjunta del pensamiento científico y el religioso⁴⁴. En ella se desarrolla una síntesis filosófica ba-

42. *Ibid.*, pp. 178, 212, 245.

43. D. O'MURCHU, *Quantum Theology*, Crossroad, New York 1997, pp. 49-51.

44. A.N. WHITEHEAD, *Science and the Modern World*, MacMillan, New York 1925; *Process and Reality*, MacMillan, New York 1929.

sada en la idea de considerar la esencia de la realidad como proceso, es decir, como una secuencia de cambios. La realidad es una red dinámica de sucesos interrelacionados, por lo que la naturaleza es a la vez orden y cambio, estabilidad y novedad, una estructura de procesos en evolución. La realidad es precisamente el proceso mismo. Se trata, por tanto, de una nueva metafísica en la que el ser se identifica con el proceso. Esto se aplica también a Dios, que entra en consideración como el principio de concreción de los procesos; no es que sea concreto, sino que es el fundamento de toda actualidad concreta; él es la fuente a la vez de toda estabilidad y novedad, del orden y el cambio, y participa de ambos. Según Whitehead, Dios cambia con el proceso mismo y es a la vez trascendente e inmanente. La realidad divina aparece así como fundamento ontológico del proceso cósmico; no es proceso, sino el creador del proceso. Una síntesis entre la filosofía del proceso y la teología cristiana ha llevado a algunos autores, como Charles Hartshorne y John Cobb, a lo que se conoce como la «teología del proceso»⁴⁵. Ciertos aspectos de la filosofía del proceso, sobre todo acerca de la relación entre Dios y el mundo, son incorporados en las obras de Barbour, y más matizados en la de Peacocke⁴⁶.

Como se ha podido ver en los ejemplos que hemos presentado, los enfoques son muy variados, y es difícil agruparlos bajo una misma categoría. Tienen en común que en ellos se parte de un conocimiento científico o/y filosófico de la naturaleza para llegar a la idea de la divinidad y su relación con el mundo. En todos ellos hay una serie de presupuestos de naturaleza filosófica, no siempre presentados de forma explícita. En algunos casos se supone que ciencia y religión contribuyen conjuntamente a hacer posible una visión coherente del mundo a partir de algún tipo de metafísica omniabarcante. La reflexión filosófica aparece

45. J. COBB y D. GRIFFIN, *Process Theology: An Introduction*, Westminster Press, Philadelphia 1976; Ch. HARTSHORNE, *Divine Relativity*, Yale University Press, New Haven 1948.

46. Un resumen del pensamiento de estos dos autores se encuentra en J. MONTSERRAT, «Ciencia y filosofía del proceso y Dios, en Ian G. Barbour: *Pensamiento* 60 (2004), 33-66; «Ciencia, bioquímica y panenteísmo en Arthur Peacocke»: *Pensamiento* 61 (2005), 59-76.

como punto de encuentro de la ciencia y la religión. En algunos casos se propone una metafísica como la búsqueda de un conjunto de categorías generales con las que se pueden interpretar distintos tipos de experiencias, y dentro de ellas se presentan las experiencias derivadas de la ciencia y la religión. Estas propuestas parten de la aceptación de unos principios filosóficos o metafísicos que se emplean para hacer la síntesis integradora de la ciencia y la religión, como vimos en el pensamiento de Teilhard y Whitehead. Otras propuestas que parten directamente de las ciencias de la naturaleza son más problemáticas, ya que, tal como veíamos en el capítulo anterior, dentro de sí mismas éstas no permiten este tipo de reflexión. Pero tenemos que recordar que la frontera entre filosofía y ciencia es siempre un tanto borrosa, y no podemos impedir que los científicos terminen adentrándose en el campo del pensamiento filosófico y aun teológico, bien sea para afirmar la existencia de Dios o para negarla. No siempre queda claro a qué nivel se está hablando, y a veces se cruza la frontera de un lado al otro sin reconocerlo y se aportan argumentos científicos para refrendar posturas que en realidad son filosóficas o incluso teológicas. Un ejemplo se puede encontrar en el popular libro de Stephen Hawking, del que Carl Sagan, en su prólogo, dice: «También se trata de un libro acerca de Dios... o quizá de la ausencia de Dios. La palabra “Dios” llena estas páginas...Y esto hace inesperada la conclusión de su esfuerzo, al menos hasta ahora: un universo sin un borde espacial, sin principio ni final y sin lugar para un creador»⁴⁷. Así como en los autores que hemos citado se parte del mundo conocido a través de la ciencia para llegar de alguna manera a Dios, aquí se trata de llegar a su negación. Hawking parece no darse cuenta de que desde la imagen científica del universo, sea ésta la que sea, no puede ni afirmarse ni negarse a Dios. Se requiere otro tipo de razonamiento que falta en su obra. Esta misma precaución debe tenerse en cuenta también con respecto a algunos de los intentos que hemos presentado y en los que, desde el conocimiento científico del mundo, se llega a la consideración de Dios y su naturaleza.

47. S. HAWKING, *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*, Crítica, Barcelona 1988, p. 14.

3.9. De la fe religiosa al conocimiento de la naturaleza y de la ciencia

El segundo grupo de propuestas de integración de ciencia y religión parte de una posición religiosa asumida dentro de una tradición religiosa concreta, y desde ella se adopta una visión de la naturaleza y de la ciencia que permita a las ciencias influir en sus formulaciones. Barbour agrupa estas posturas bajo la expresión «teología de la naturaleza»⁴⁸. Se parte de la constatación de que la visión que tengamos de la naturaleza, que viene condicionada por nuestro conocimiento científico de la misma, no puede menos de condicionar nuestro pensamiento sobre la relación de Dios con ella y sobre la imagen misma que tenemos de Dios. Hoy la ciencia nos presenta a la naturaleza como fruto de una evolución cósmica y biológica en la que intervienen las leyes y el azar. Esta imagen no puede dejar de influir en nuestra manera de pensar tanto la relación de Dios como la relación del hombre con la naturaleza. Dentro de la teología de la naturaleza, Barbour presenta los siguientes temas, todos ellos relacionados con la doctrina de la creación: la mayordomía de la naturaleza, que define la actitud del hombre frente a ella no como la del dueño, sino como la del administrador, ya que ella pertenece sólo a Dios, que es su creador; una visión sacramental de la naturaleza que reconoce que lo sagrado se hace presente en ella y bajo ella, y la presencia del Espíritu Santo en la naturaleza que sirve de vínculo entre la acción de Dios en cuanto creador y en cuanto redentor. Según Barbour, estos puntos de vista sobre la naturaleza ofrecen también un interesante fundamento para una ética medioambiental.

Para Arthur Peacocke, el conocimiento científico de la naturaleza supone un importante reto para la teología cristiana, si es que ésta quiere tomarse en serio la realidad del mundo creado. Para él, el carácter del mundo natural y del hombre mismo, conocido a través de la ciencia, tiene una enorme importancia teológica. Lo que es la naturaleza y lo que es Dios son cuestiones que están hoy entrelazadas y no pueden tratarse aisladamente. De esta forma, es necesario reformular las creencias religiosas tradicio-

48. I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, op. cit., pp. 173-178.

nales desde la interacción con la ciencia actual⁴⁹. Para Peacocke, la relación entre ciencia y teología debe considerarse desde la perspectiva del realismo crítico de ambas disciplinas, que deben ser vistas como sendos acercamientos interactivos a la realidad. La teología que parte de la experiencia de Dios debe tomarse en serio la perspectiva crítico-realista de las ciencias sobre el hombre y sobre la naturaleza, ya que mantiene que Dios mismo ha dado al mundo el tipo de ser que le es propio y que revela en ciertos aspectos la naturaleza y los fines de Dios. La teología, para Peacocke, debe ser, por lo menos, «consonante» con las perspectivas científicas del mundo natural. Insiste este autor en que, al contemplar la acción de Dios en el mundo, deben tenerse en cuenta tanto su carácter trascendente como su carácter immanente, ya que ambos son importantes para entender el papel de la teología y su relación con la ciencia⁵⁰.

El pensamiento de John Polkinghorne pertenece también a esta categoría, ya que parte del interior mismo de la tradición cristiana⁵¹. Aunque ya vimos algunos aspectos de su pensamiento al hablar del diálogo entre religión y ciencia, en realidad este autor va más allá del diálogo, ya que para él la fe en Dios ofrece hoy una forma de encontrar sentido en el conjunto más amplio de experiencias humanas y de unificar los muchos aspectos de nuestro encuentro con la realidad. Para él, solo la fe en Dios puede proporcionar un sentido total del mundo y la mejor explicación de la gran variedad no sólo de las experiencias religiosas, sino de todas las experiencias humanas. Polkinghorne toma una actitud de realismo crítico, tanto para la ciencia como para la teología; es decir, ambas aportan un conocimiento que tiene que ver con la realidad, por lo que no puede haber contradicción entre

49. A. PEACOCKE, *Theology for a Scientific Age*, SCM Press, London 1996, pp. 1-23; *Los caminos de la ciencia hacia Dios*, Sal Terrae, Santander 2008.

50. A. PEACOCKE, *Theology for a Scientific Age*, op. cit., pp. 19-23.

51. J. POLKINGHORNE, *Belief in God in an Age of Science*, op. cit., pp. 1-24, *Faith, Science and Understanding*, Yale University Press, New Haven 2000; *Ciencia y Teología*, Sal Terrae, Santander 2000. Un resumen de su pensamiento se puede encontrar en J. MONTSERRAT, «John Polkinghorne, ciencia y religión desde la física teórica», *Pensamiento* 61 (2005), pp. 363-393.

ellas. Por ejemplo, en la tradición cristiana, Dios actúa en el mundo y, de alguna manera, el conocimiento científico del mundo no puede en absoluto excluir la acción divina.

En el apartado anterior veíamos el pensamiento de Teilhard de Chardin como un camino que iba, del conocimiento de la naturaleza evolutiva del universo, la vida y el hombre, al reconocimiento de su convergencia en un Punto Omega divino. Pero no termina ahí el pensamiento de Teilhard, el cual, partiendo ahora de la fe cristiana, establece una nueva interpretación en la que el Cristo de la fe aparece como el Punto Omega de la evolución. Esta idea, que implica una reformulación del papel de Cristo teniendo en cuenta la visión evolutiva del universo que presentan las ciencias, la desarrolla Teilhard sobre todo en sus escritos más tardíos⁵². En esta propuesta, la aportación de la ciencia sobre el carácter evolutivo del universo conduce a una nueva interpretación del misterio del Cristo de la fe; y, a su vez, la visión de la fe cristiana ilumina la imagen del mundo aportada por la ciencia. Más adelante veremos con más detalle esta propuesta.

Otras propuestas que se pueden incluir aquí son las que se presentan recientemente bajo el nombre de «teología de la ciencia». Este término aparece, creo que por primera vez, en la obra de Michael Heller, quien lo presenta en analogía con la bien establecida filosofía de la ciencia. Para él, la teología de la ciencia constituye una auténtica reflexión teológica dedicada a las ciencias: su existencia, sus fundamentos, sus métodos y sus resultados⁵³. Heller reconoce la dificultad de definir una ciencia que todavía no existe, pero la sitúa dentro del movimiento en la teología católica, iniciado con el Concilio Vaticano II, sobre la teología de los valores terrenos. Como una aproximación, propone que la teología de la ciencia, siendo una parte integral de la teología, estudiaría las consecuencias del hecho de que las ciencias naturales exploran el mundo creado por Dios. Tiene que ver con la filoso-

52. Por ejemplo, en P. TEILHARD DE CHARDIN, *op. cit.*, pp. 349-357, y más desarrollado en «Le Christ évolutif» (1942) y en «Le Coeur de la matière» (1950) (*Oeuvres*, 10, pp. 163-176; y 13, pp. 50-74: Éditions du Seuil, Paris).

53. M. HELLER, *The New Physics and a New Theology*, Vatican Observatory Publications, Città del Vaticano 1996, pp. 95-103.

fía de la ciencia, pero va más allá, al contemplar el mundo conocido por la ciencia como creado por Dios, punto de vista no accesible a la ciencia misma. Su objeto, según Heller, es, por lo tanto, una reflexión sobre las ciencias a la luz de la creación y una manera de pensar la ciencia desde una perspectiva cristiana. La propuesta de una teología de la ciencia se ha extendido con un significado variado: para Richard Kirby se fundamenta en la doctrina cristiana de la creación, redención y santificación desde el misterio trinitario⁵⁴, mientras que para Donald Lococo se basa en el presupuesto de la unidad, tanto en la ciencia como en la teología, con el concepto del Logos como la base racional del ser, necesaria en ambas⁵⁵. Para José Antonio Jáuregui, la teología de la ciencia nace espontáneamente de la inevitable pregunta sobre Dios, que termina por hacerse también desde la ciencia, ya sea para afirmar su existencia o para negarla. Al tratar sobre las incursiones de científicos modernos, como Hawking, en este tema comenta: «Han dado a luz estos científicos modernos, o científicos de moda, una nueva criatura académica: la Teología de la Ciencia. Yo aplaudo su atrevimiento»⁵⁶. El significado dado por Jáuregui es distinto del de los autores citados más arriba. El término mismo es ambiguo, y creo que no queda claro su contenido. Si lo que se quiere proponer es una reflexión teológica sobre la naturaleza conocida a través de la ciencia, es decir, sobre los contenidos de la ciencia, sería más pertinente hablar de una teología de la naturaleza, como se hizo más arriba. Una reflexión teológica sobre la ciencia misma, es decir, su metodología y su práctica, es más problemática. Así como es pertinente una filosofía de la ciencia que investigue qué tipo de conocimiento es el científico, no queda claro, sin embargo, qué aportaría una teología de la ciencia distinta de la teología de la naturaleza.

54. RICHARD KIRBY, «Toward a Theology of Science»: *Window Quarterly* 3 (1993), 1-20.

55. D. LOCOCO, *Toward a Theology of Science*, Novalis, Toronto 2002.

56. J.A. JÁUREGUI, *Dios, hoy, en la ciencia, en la cultura, en la sociedad y en la vida del hombre*, Nobel, Oviedo 1992, pp. 25-81.

3.10. Haciendo balance

Recogiendo las ideas expuestas, vemos que, por lo que respecta a las relaciones entre ciencia y religión que hemos presentado, la incompatibilidad no corresponde a la naturaleza de estas dos visiones del mundo ni representa debidamente las complejas relaciones históricas que han existido entre ambas. Sin negar que ha habido momentos de conflicto, éstos no han sido una constante histórica, y en ellos han influido muchos factores ajenos tanto a la religión misma como a la ciencia. Reconocida la compatibilidad entre una y otra, la relación de mutua independencia, aunque parte de una constatación correcta de los distintos ámbitos de la religión y de la ciencia, no puede llevarse al extremo de negar toda otra relación entre ellas. Es verdad que ni la religión es ciencia ni la ciencia es una religión; pero entre ellas, respetando la mutua autonomía, deben darse relaciones que enriquezcan a ambas. De hecho, históricamente, así ha sucedido en muchos momentos. El diálogo y la complementariedad son los dos modelos que se proponen para comprender cómo, de hecho, han interactuado en momentos del pasado y, sobre todo, cómo deben interactuar en el futuro, al acentuarse la influencia de la ciencia en la cultura y en la sociedad y en la concepción que el hombre tiene del mundo y de sí mismo. El diálogo reconoce la necesidad de enriquecimiento mutuo que puede aportar la una a la otra. Como ya se dijo más arriba, la complementariedad añade al diálogo la conciencia de la incapacidad de cada una de ellas para llegar por sí sola a dar una visión completa del mundo, y cómo, en lugar de estorbarse, pueden ayudarse entre sí. Otras visiones del mundo, como la artística y la ética, deben también cooperar en esta tarea. El reconocimiento de la necesidad de completar nuestra visión del mundo, que no nos viene dada por ninguna de ellas aisladamente, debe abrir vías de interacción positiva entre ambas.

Las dos categorías en que hemos dividido la posibilidad de una mayor integración entre religión y ciencia ofrecen propuestas más problemáticas. En ambos caminos –de la ciencia a la religión, y de ésta a aquélla– se propone una cierta continuidad entre las dos que no está contemplada en las relaciones de diálogo y complementariedad. Como hemos visto, aparece ahora el papel

de la filosofía como campo intermedio, y el de la reflexión teológica explícita como vehículo de relación con la ciencia. Hemos presentado algunos ejemplos de las muchas propuestas que se han hecho dentro de cada uno de los dos grupos en que hemos dividido el problema. Dentro del primer grupo, es importante empezar por rechazar todo intento más o menos velado de fundamentar el camino hacia Dios basándose en las lagunas de que adolece la explicación científica; es decir, hay que rechazar al llamado «Dios-tapa-agujeros», que el progreso de la ciencia misma hará innecesario en el futuro. Lo cual no significa que se acepte la explicación científica como explicación completa de la realidad, sino que ella en sí misma no necesita completarse desde fuera. También debe tenerse siempre en cuenta desde qué epistemología de la ciencia se parte; es decir, si se parte de unas posturas más cercanas al realismo o al instrumentalismo. Finalmente, el camino de la razón hacia Dios implica necesariamente la aceptación de una metafísica, sin la cual dicho camino está cerrado. Es así como la teología natural descubre la posibilidad de un acceso racional a Dios. Debe tenerse en cuenta que desde la sola ciencia, encerrada en su propia metodología, sólo se puede llegar a entidades relacionadas con la experiencia (a través de experimentos y observaciones) y, por lo tanto, no es posible abrirse a la consideración de nada trascendente.

El segundo grupo de propuestas sigue el camino opuesto y parte de la fe religiosa vivida en una tradición concreta, desde la cual se mira a los resultados de la ciencia, que se intenta integrar en ella. Su diferencia con el diálogo está en que se trata de reformular algunos aspectos de la fe teniendo en cuenta las nuevas visiones del mundo que van aportando las ciencias. Tiene que ver, sobre todo, con las relaciones entre Dios, el hombre y el mundo. Por ejemplo: cómo se debe entender hoy la creación de cara a las nuevas teorías cosmológicas y cómo debe entenderse la presencia y acción de Dios en el mundo sin violar las leyes que dicho Dios le ha impuesto. Otro ejemplo: cómo debe entenderse hoy la visión teológica del hombre teniendo en cuenta su posición en la evolución biológica, lo cual afecta a la doctrina cristiana del pecado original y de la encarnación. También se trata de reinterpretar la naturaleza conocida por la ciencia dentro de una visión teológica que descubre en ella vestigios de Dios, sobre todo en las re-

ligiones que aceptan a un Dios creador. Esta línea de pensamiento conduce a lo que hemos llamado una «teología de la naturaleza», que tiene también consecuencias para la relación del hombre con los otros hombres y con dicha naturaleza. Sin embargo, no nos parece acertada la formulación de la teología de la ciencia, pues ésta es un instrumento para el conocimiento de la naturaleza que tiene sus propias reglas, sobre las que la reflexión teológica tiene poco que decir.

Hay que entender que en estas vías de interacción entre ciencia y teología que hemos examinado se debe respetar siempre la mutua autonomía. La ciencia debe seguir siendo ciencia, y la religión debe seguir siendo religión, sin tratar de convertir la una en la otra. Lo cual no obsta para que ciertos elementos de la una se integren en la otra, sobre todo los de la visión científica del mundo en el pensamiento teológico, teniendo en cuenta siempre que aquélla es siempre provisional y está sometida, con el tiempo, a continuas revisiones. Lo que hemos llamado «teología de la naturaleza» es parte de la teología, no de la ciencia. El pensamiento religioso puede serle también útil al científico e iluminarle en su práctica de la ciencia liberándole de convertir la ciencia en una ideología y abriéndole a un sentimiento religioso de veneración a Dios en la naturaleza. Ya el salmista había exclamado: «Los cielos narran la gloria de Dios». Este sentimiento ha estado presente en algunos de los grandes científicos, como los físicos Kepler, Lord Kelvin, Maxwell y Plank.

4. Materialismo científico

4.1. Una mirada a la historia

EN el capítulo segundo decíamos que una de las actitudes generadoras de conflictos entre ciencia y religión provenía de una visión materialista de la vida que pretende derivarse de la ciencia. Podemos designar este tipo de postura con el nombre de «materialismo científico», ya que suele presentarse como una derivación inevitable del progreso de la ciencia. Aquí nos interesa, sobre todo, ver su relación con ella. En primer lugar, conviene examinar brevemente cuál es su desarrollo histórico. Tenemos que aceptar que la actitud atea y materialista es tan antigua como la humanidad, como ya nos lo atestigua en la Biblia el Salmo 13: «Piensa el necio: no hay Dios». Un pensamiento sistemático en este sentido, que lo relaciona ya con ideas cosmológicas, podemos encontrarlo en algunos de los filósofos de la antigua Grecia, en especial los de la escuela atomista. Aunque su iniciador fue Leucipo, no se conservan sus escritos, y conocemos su doctrina por su discípulo Demócrito (siglo V a.C.). Para Leucipo las cosas se componen de unas últimas partículas materiales indivisibles (átomos) que se mueven en el vacío. Toda la realidad se reduce, por tanto, a átomos y vacío, lo cual constituye un materialismo radical en el que no hay ni dioses ni espíritus. Las almas mismas de los hombres estarían, según él, formadas por átomos de naturaleza más sutil. El movimiento de los átomos se debe al azar, y merced a su colisión se forma el mundo. El azar se extiende a todos los acontecimientos, con lo que también se niega la libertad en el hombre. Sus ideas fueron ya consideradas en la antigua Grecia como ateas y refutadas por Platón y Aristóteles. La doctri-

na atomista fue recogida por Epicúreo (siglos IV-V a.C.) en su escuela de Atenas, que aminoró su aspecto ateo, y popularizada en Roma por Lucrecio (siglo I a.C.) en su célebre poema en verso. Según Epicúreo, de la nada no procede nada, y nada se resuelve en la nada, dando así una duración eterna a los átomos. La preponderancia del pensamiento de Platón y Aristóteles, ambos opuestos al atomismo, eclipsó en la antigüedad el influjo de esta doctrina. El pensamiento cristiano se apoyó en estas dos grandes escuelas filosóficas, con lo que el atomismo no vuelve a aparecer hasta el siglo XVII, relacionado con el comienzo de la ciencia moderna.

Los principales autores del nacimiento de la ciencia moderna, como Galileo, Gasendi, Descartes, Newton y Boyle, abandonaron la física aristotélica y volvieron a proponer que la materia está compuesta de átomos que se mueven en el vacío e interactúan mecánicamente entre sí, aunque no aceptaban las ideas materialistas y ateas vinculadas con esta doctrina. Gasendi, en especial, separó la doctrina atomista del ateísmo implícito en la obra de Demócrito y Lucrecio, defendió su conciliación con la doctrina cristiana y propuso que los átomos habían sido creados por Dios. Esta misma idea aparece también en Newton, quien hace referencia a Dios creador y ordenador en sus dos principales obras científicas: *Principia Mathematica* (1687) y *Óptica* (1703). En el pensamiento de Newton, la materia es inerte y es puesta en movimiento por Dios, que le asigna sus leyes; pero más tarde su pensamiento dará pie a interpretaciones materialistas. En esta época, sobre todo en Inglaterra, la ciencia va a proponerse como la base de una nueva teología natural, como es el caso, por ejemplo, de los escritos de Samuel Clarke. Esta corriente va a dar origen más tarde al deísmo, según el cual Dios crea el universo, que luego se rige por las leyes que el mismo Dios ha impreso en él, pero en el que ya no interviene. En la nueva filosofía propuesta por Descartes (*El discurso del método*, 1637) la existencia de Dios es fundamental; sin embargo, su visión mecanicista y dualista también va a dar origen, más tarde, a posturas materialistas. Según Newton, Dios tenía que intervenir para mantener la armonía del movimiento planetario; pero más tarde Laplace (1799), al presentar su obra sobre la mecánica celeste, comenta en su famosa respuesta a Napoleón que, en su obra, la hipótesis-Dios no es necesaria. Nos podemos preguntar si con ello Laplace pretendía ex-

plicar únicamente la mecánica celeste o toda la realidad. Las referencias explícitas a Dios, abundantes en los primeros autores de la ciencia moderna, desaparecen ya en las obras de los científicos posteriores, como las de Laplace y Lagrange, aunque ninguno de ellos puede ser considerado como formalmente ateo.

La postura explícitamente materialista y atea tiene un precursor en Thomas Hobbes, el cual, en su obra *Sobre el cuerpo* (1656), defiende que toda la realidad se puede reducir a materia y movimiento. Esta postura empieza a aparecer más claramente a mediados del siglo XVIII, por ejemplo, en la influyente obra de Denis Diderot *El sueño de d'Alembert* (1749), donde se presenta una secularización de la naturaleza, a la que se considera dinámica y autónoma. Un poco más tarde, Paul d'Holbach publica *El sistema de la naturaleza* (1770), donde saca las últimas consecuencias de este proceso de secularización apoyado en la ciencia y afirma que el Dios de Newton no es más que la naturaleza misma, que actúa por leyes necesarias. Para él, todo consiste en materia en movimiento, cuyo origen está en la naturaleza misma, y extiende esta visión también al mundo de los principios morales, que desvincula de los principios religiosos. Su obra es uno de los primeros manifiestos de un materialismo ateo y determinista. Las dos obras de Julian de la Mettrie, *Historia natural del alma* (1745) y *El hombre máquina* (1748), son una propaganda materialista aún más radical, con la negación de la divinidad, la libertad, la religión y la moral. Descartes había propuesto que los animales eran máquinas, pero no así el hombre, que poseía espíritu. Para de la Mettrie, el hombre mismo es también una máquina, y el goce es la única norma de su conducta. Estos primeros autores explícitamente materialistas no son ellos mismos científicos, aunque sí toman pie de la visión mecanicista, implícita muchas veces en la ciencia moderna, para extenderla a toda la realidad y negar la existencia de realidades espirituales y trascendentes.

La relación entre la visión materialista del mundo y las ciencias se sistematiza en la filosofía positivista de Auguste Comte, como ya vimos anteriormente (2.3. Positivismo). Para él, la ciencia ha sustituido definitivamente a la religión y a la filosofía en la visión del mundo. Comte propuso una religión puramente naturalista, en la que los científicos sustituían la labor de los sacerdotes, y compuso un calendario, que no tuvo mucho éxito, en el que

la celebración de los grandes científicos sustituía a las fiestas de los santos. En ciertos aspectos, la filosofía de Comte ha influido en los movimientos positivistas de distinto tipo del siglo XX, como vimos en el capítulo 2. En ellos la ciencia se propone como el único conocimiento válido de la realidad, y se niega todo sentido al conocimiento religioso. Esta mentalidad ha ayudado a vincular la visión materialista del mundo con el progreso de la ciencia.

La relación entre materialismo y ciencia se ve propagada con las opiniones de científicos que tratan de presentarla como una consecuencia inevitable de la ciencia. Por ejemplo, para biólogo Jacques Monod sostiene que la visión materialista es una consecuencia directa de la visión científica del mundo, y afirma que todo el universo no es más que fruto del azar y no han de buscarse otras explicaciones ni hacerse más preguntas más allá de aquellas a las que responde la ciencia. Concluye afirmando que el hombre sabe, por fin, que está solo en la inmensidad indiferente del universo, de donde ha emergido por azar, y, al igual que ocurre con su destino, su deber no está escrito en ninguna parte¹. Otro ejemplo, ahora desde la física, es el del premio Nobel Steven Weinberg, para quien la física lleva a la visión de un universo autosuficiente, creador de sí mismo, por lo que rechaza toda idea de Dios. Esta actitud le lleva a expresar que, cuanto más comprensible parece el universo a través de la ciencia, tanto más desprovisto de sentido parece también. A pesar de todo, concede que la ciencia nunca proporcionará el consuelo que la religión ha ofrecido frente la muerte². Para él, como para otros científicos, a lo único a lo que podemos llegar es a la imagen que las ciencias nos proporcionan del mundo. Un ardiente defensor del materialismo ateo desde la convicción de un biólogo evolucionista es Richard Dawkins, quien considera la fe religiosa como una ilusión, es decir, una persistente creencia falsa en contra de las fuertes evidencias contrarias. Justifica su visceral hostilidad a la religión, a la que considera como un virus, porque socava las bases de la ciencia, favorece el fanatismo e influye negativamente en la sociedad de mu-

-
1. J. MONOD, *El azar y la necesidad*, Barral, Barcelona 1971, pp. 159, 193.
 2. S. WEINBERG, *El sueño de una teoría final*, Crítica, Barcelona 1994, cap. 11: «Y qué pasa con Dios?», pp. 192-207.

chas formas. Par él, la visión científica del mundo, y en concreto el darwinismo evolutivo, por el que exhibe un entusiasmo casi religioso, proporciona una refutación clara de lo que denomina la hipótesis-Dios³. Como se ve en estos ejemplos, el materialismo moderno se presenta como una consecuencia necesaria de la visión científica del mundo, que no puede coexistir con la visión religiosa a la que debe definitivamente sustituir.

4.2. Materialismo, naturalismo y reduccionismo

Brevemente, se puede definir el materialismo científico con una doble afirmación, una ontológica y otra epistemológica. La primera y fundamental es que la materia es la única realidad del universo. Es decir, no hay más realidad que la materia. Como consecuencia se sigue la segunda: que la ciencia, que trata de nuestro conocimiento de la materia y su comportamiento, puede explicar finalmente toda la realidad. Lo primero que podemos preguntarnos es si ésta es una afirmación que pertenece a la ciencia misma o una consecuencia directa de ella. De alguna manera se puede decir que la ciencia asume lo que se puede llamar «materialismo metodológico» o «epistemológico», en cuanto que estudia únicamente aquellos fenómenos que pueden ser observados y medidos experimentalmente. Como ya vimos en el capítulo 2, la necesidad de que el conocimiento científico adquiera su carácter objetivo a través de un proceso de intersubjetivación y relación con observaciones y experimentos repetibles y públicos, dentro de los cuales la medida es un elemento importante, limita el campo de su conocimiento precisamente a los aspectos de la realidad que pueden ser captados y medidos de esta forma. Ello implica que habrá aspectos de la realidad que queden fuera de ella, como es el caso, por ejemplo, de las experiencias subjetivas, que en sí mismas no pueden tratarse con la metodología científica. De acuer-

3. Entre las obras de R. DAWKINS en las que aparece su postura ante la religión, se cuentan: *The God's Delusión*, Bantam, London 2006 (trad. cast.: *El espejismo de Dios*, Espasa-Calpe, Madrid 2007); *The Blind Watchmaker*, Longman, London 1986 (trad. cast.: *El relojero ciego*, RBA, Madrid 2004); y *A Devil's Chaplain*, London 2003.

do con esta metodología, se trataría de objetivarlas, con lo que perderían precisamente su carácter subjetivo. El materialismo científico va más allá y afirma que todo lo que existe es la materia y sus interacciones, y que no hay más realidad que ésta. Mientras la ciencia sólo considera como contenidos de su conocimiento las leyes y teorías que rigen las relaciones de la materia del universo y que tienen una base en las observaciones y experimentos, el materialismo propone que esas relaciones materiales son todo lo que realmente existe. Se pasa, por lo tanto, de afirmar: «esto es lo que se puede conocer a través de la ciencia» a aseverar: «esto es todo lo que existe en la realidad». Es decir, pasamos del nivel epistémico al nivel óntico. Este paso no es consecuencia de la ciencia misma, que no se pronuncia sobre la existencia o inexistencia de otras realidades de las que ella no trata. De esta forma se niegan todos los otros aspectos de la realidad que caen fuera de la ciencia, como son, por ejemplo, las muchas experiencias humanas personales, las estéticas, éticas y religiosas. Por lo tanto, el materialismo, con su postura excluyente, no es en sí mismo parte de la ciencia ni una consecuencia directa de ella; en realidad, es una postura filosófica que se puede convertir en una ideología. En efecto, el materialismo se convierte en una ideología cuando trata de dar una visión totalizadora de la realidad, dar sentido a la vida y servir de guía a los comportamientos.

Si se acepta el postulado básico del materialismo, es decir, la identificación de toda la realidad con sólo la materia, se sigue el segundo postulado, que sostiene que el conocimiento científico agota todo conocimiento de la realidad. No puede haber aspectos de la realidad que no sean totalmente explicados por la ciencia, ya que ésta trata precisamente de las interacciones de la materia, que, por definición, es todo lo que existe. No negamos que la ciencia vaya explicando muchos fenómenos descubriendo su base experimental; rechazamos la presunción de que no hay nada más que lo que puede explicar la ciencia con su metodología. Nos estamos refiriendo aquí, por ejemplo, al rico y variado mundo de las experiencias humanas personales, a las exigencias éticas que tienen que ver con el deber ser, al sentido de responsabilidad unido a la percepción de la propia libertad, a la percepción de la belleza y a las experiencias religiosas. Todo este mundo, al no poder ser tratado por la ciencia, ve sencillamente negada su existencia,

o bien reducida a las interacciones materiales que la ciencia sí puede medir, como veremos más adelante.

La complejidad e imprecisión de la imagen de la materia que proporciona hoy la ciencia hace que en algunos casos se abandone la noción de materia por otra más general, como, por ejemplo, todo aquello que puede ser estudiado por los métodos de las ciencias naturales. Se habla así de naturalismo, más que de materialismo, aunque estas dos posturas no sean del todo equivalentes. Del naturalismo ya hemos hablado en el primer capítulo desde el punto de vista de una especie de religiosidad en la que se niega todo concepto de lo sobrenatural o de realidades trascendentes. Como una visión del mundo, el naturalismo tiene muchas versiones, desde la que se identifica con el materialismo más radical hasta la que puede admitir realidades espirituales, aunque manteniendo siempre la negación de toda realidad sobrenatural o trascendente. Mientras el materialismo parece preocuparse más por la esencia de la composición de las cosas, el naturalismo se presenta como una visión que limita el horizonte de toda la realidad a lo natural. La dificultad de definir lo natural hace que, a menudo, esto se haga de forma negativa, mediante la exclusión de toda realidad sobrenatural, es decir, de todo ámbito de lo divino. Sin embargo, manteniendo esta exclusión, a veces conceptos relacionados con lo sobrenatural, como el sentido del misterio o de lo sagrado, a los que siguen sentimientos de reverencia y admiración, son incluidos en una visión puramente naturalista de la realidad. Es también posible aceptar una cierta espiritualidad dentro de un estricto naturalismo. Otro término utilizado en un sentido parecido es el del «secularismo», con el cual se designa la postura que reduce toda la realidad al ámbito de lo secular, es decir, de lo no religioso.

El materialismo, más que una postura teórica, es hoy consecuencia de la ciencia, una actitud práctica fruto de la técnica. No se trata tanto de una concepción científica de los elementos que entendemos por «materia» y de sus relaciones entre sí, sino del hecho de que hoy la técnica, al estar presente en todos los ámbitos de la vida, reduce toda la realidad a los aspectos que ella puede manipular. Poco a poco, la técnica va generando el convencimiento de que puede resolver todos los problemas del hombre, y que nada queda fuera de su dominio. Se convierte así en el ver-

dadero fundamento de todas las esperanzas humanas. La técnica alimenta el sentido de autosuficiencia del hombre, haciéndole más difícil experimentar su contingencia y dependencia, que es lo que puede abrirle a la trascendencia o a las realidades sobrenaturales. En este sentido, la influencia de la técnica puede erosionar y hasta anular el sentimiento religioso que relaciona al hombre con Dios. Este tipo de naturalismo o materialismo práctico afecta, sobre todo, a la apreciación de los valores, de los que únicamente se aceptan aquellos que están relacionados con el bienestar material que la técnica proporciona. John Caiazza designa este influjo de la técnica, con sus consecuencias negativas para la religión, con el término «tecno-secularismo»⁴. En la práctica, es este tipo de secularismo basado en la técnica el que amenaza con desplazar y sustituir a la religión en el consenso social, ya que la influencia de la técnica está más extendida que la de la ciencia. De hecho, la mayoría de la gente está más influida por la técnica, cuyos resultados penetran todos los ámbitos de su vida, desde las comunicaciones hasta la salud, que por la ciencia misma, que generalmente no entiende y a la que considera tan sólo como una especie de «misterio» que está detrás de la técnica. El influjo de la técnica acaba en la práctica por extender una visión naturalista y secular del mundo, que genera esperanzas y da seguridades y que sustituye a la religión como fundamento de la ética y del sentido último de las cosas. A pesar de que hoy se están empezando a generar también actitudes críticas frente al progreso tecnológico, al constatar el hecho incontestable de la ambigüedad del mismo y el mal uso que el hombre hace a veces de él, lo cierto es que dicho progreso sigue teniendo una enorme influencia, y la fe incondicional en la ciencia y en la tecnología sigue presente.

El materialismo implica generalmente un cierto tipo de reduccionismo. Por «reduccionismo» se entiende la postura que defiende que cualquier sistema, por complejo que sea, puede explicarse totalmente en términos de sus partes más sencillas y elementales. También se puede decir que, desde el punto de vista del

4. J.C. CAIAZZA, «Athens, Jerusalem and the Arrival of Tecno-secularism»: *Zygon* 40 (2005), 9-21; R. ROY, «Scientism and Technology as Religions»: *Zygon* 40 (2005), 835-844.

conocimiento, el reduccionismo implica que unas verdades son menos fundamentales que otras a las que aquéllas pueden finalmente ser reducidas. El reduccionismo está relacionado de alguna manera con el método analítico, tan frecuente en las ciencias; es decir, con el método en el que un compuesto se estudia a partir de las partes o elementos más simples que lo forman. No cabe duda de que el método analítico es enormemente eficaz para estudiar un sistema, al separarlo en sus partes más elementales. De esta forma, el reduccionismo, aunque no siempre de forma explícita, es una postura muy generalizada en ambientes científicos. En uno de sus libros, Steven Weinberg dedica un capítulo («Dos hurras por el reduccionismo») a este tema y defiende una concepción del mundo totalmente reduccionista⁵. Naturalmente, hay muchos tipos de reduccionismo, y puede afirmarse que, en un cierto grado, se encuentra presente en todas las ciencias. Para un reduccionista absoluto, éste es el único método de estudio, y la organización de un sistema, por más complejo que sea, no añade nada nuevo a la naturaleza de sus componentes más simples. Por ejemplo, para un reduccionista no hay diferencia fundamental entre seres inanimados y seres vivos, ya que el comportamiento de ambos finalmente puede reducirse a unos últimos elementos materiales comunes y sus interacciones físicas. Para un biólogo molecular, por ejemplo, la vida no es más que una serie de combinaciones de moléculas complejas y flujos de información entre ellas.

Según el esquema reduccionista, los enunciados de una ciencia cuyo objeto presenta un cierto grado de complejidad pueden ser reducidos a los de la ciencia que trata de los elementos más simples. De esta forma, las teorías biológicas pueden reducirse a las de la química, y éstas, a su vez, a las de la física, que explican la estructura y comportamiento de los átomos y las partículas elementales que los forman. Para un reduccionista convencido, no hay ninguna duda de que la biología y la química se pueden reducir por entero, en principio, a las leyes fundamentales de la física. Quizá por esta razón, Weinberg asegura que los físicos, que estudian las partículas más elementales, son especialmente susceptibles de ser calificados de reduccionistas. Al fin y al cabo, las

5. S. WEINBERG, *op. cit.*, pp. 49-58.

partículas elementales son los últimos constitutivos de la materia, y en principio todo debería poder explicarse a partir de ellas. Digo «en principio» porque en la práctica, a medida que aumenta la complejidad de un sistema, ello resulta cada vez más difícil. Por esta razón, la química y la biología introducen sus propios principios y terminología, y se consideran en la práctica como ciencias autónomas, es decir, que no deducen todos sus principios desde los de la física, aunque se admite que en principio podrían hacerlo. Si se aceptara totalmente el programa reduccionista, se incluiría en él, además, el comportamiento humano, tanto individual (psicología) como colectivo (sociología). Exagerando un poco, se podría decir que las vicisitudes del mercado de la bolsa podrían finalmente reducirse a las leyes físicas que regulan la interacción de los átomos de las personas que participan en dicho mercado.

Dentro de lo que podemos llamar el «programa reduccionista» hay muchos niveles, desde el más duro, que lo reduciría todo a las interacciones físicas entre las partículas elementales, hasta aquellos más parciales que estructuran, dentro de cada ciencia, unos principios como dependientes de otros más generales, pero sin pretender deducirlos todos de unos únicos principios últimos. En muchos casos, las ciencias funcionan de esta forma. A medida que aumenta la complejidad del objeto de estudio, se crean nuevas ciencias con sus propios principios y métodos, sin pretender apoyarse en los principios de otras ciencias que estudian sistemas más simples. En este sentido, podemos clasificar las ciencias, de acuerdo con la complejidad del objeto de su estudio, en física, química, biología, psicología y sociología. En las dos últimas entra la complejidad de los comportamientos de los seres humanos y las relaciones entre ellos. Está claro que tanto la psicología como la sociología parten de sus propios principios. No creo que ningún sociólogo trate de explicar los complejos procesos de las relaciones entre grupos humanos utilizando los principios de la física cuántica que gobiernan las reacciones entre las partículas elementales de los átomos de las personas que forman tales grupos. Un reduccionista duro, en principio, no negaría esta posibilidad, aunque admitiría que en la práctica es imposible.

Desde su creador, Edward Wilson, los defensores de la sociobiología proponen la reducción de la sociología a la biología, en

la línea de un programa reduccionista parcial. De acuerdo con ellos, los comportamientos de los grupos humanos pueden explicarse totalmente en términos de los principios biológicos que actúan en el comportamiento animal. También la corriente de la psicología evolutiva busca explicar todos los comportamientos de la persona humana en función de los principios de los mecanismos de la evolución biológica. Podría preguntarse por qué quedarse ahí y no continuar la línea reduccionista hasta su último nivel y explicarlo todo en función de los principios de la física. El físico Murray Gell-Mann, a quien se debe la teoría de los quarks en la constitución de la materia, defiende un esquema totalmente reduccionista de toda la realidad, desde lo más simple hasta lo más complejo. Por ejemplo, el hombre no es para él más que un sistema adaptativo –más complejo, pero en el fondo igual a cualquier otro– capaz de acumular y utilizar información⁶. Los físicos, siempre tentados de reduccionismo, ya se han adelantado a lo que puede implicar este punto de vista y han bautizado la futura teoría que unifique todas las fuerzas físicas con el nombre de «teoría del todo». Este nombre implica que, si se llega a una teoría unificada, con ella no sólo se explicarían todos los fenómenos físicos, sino absolutamente todo. Al fin y al cabo, una vez explicadas todas las fuerzas que actúan en las partículas más elementales de la materia, para un reduccionista todo quedaría, en principio, explicado. Como concluye Stephen Hawking, «si descubrimos una teoría completa... entonces todos, filósofos, científicos y gente corriente, seremos capaces de tomar parte en el debate acerca de por qué existe el universo y por qué existimos nosotros. Si encontrásemos una respuesta a esto, sería el triunfo definitivo de la razón humana, porque entonces conoceríamos el pensamiento de Dios»⁷. Se habría cumplido así definitivamente el programa reduccionista.

El materialismo reduccionista se basa en el presupuesto de que toda la realidad está formada por la materia y sus interacciones, y que últimamente todo puede reducirse al comportamien-

6. M. GELL-MANN, *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*, Tusquets, Barcelona 1995.

7. S. HAWKING, *Historia del tiempo. Del big-bang a los agujeros negros*, Crítica, Barcelona 1990, pp. 223-224.

to de sus partículas más elementales. Ni la vida ni la conciencia ni las relaciones humanas añaden nada que no pueda explicarse en estos términos. Incluso las experiencias que relacionamos con lo que consideramos la dimensión espiritual del hombre, según estos principios, tendrían que limitarse a meros procesos de interacción de la materia a unos niveles que descienden de lo biológico a lo químico y, finalmente, a lo físico. Esta visión entra en colisión con la experiencia cotidiana del diverso y múltiple comportamiento de la realidad, tanto en el caso de los seres vivos en general, cada vez más complejos, como, sobre todo, en el caso de la persona humana y sus relaciones sociales, cuyo comportamiento es de una riqueza muchas veces impredecible. Aplicar a los sistemas más complejos los mismos esquemas de análisis que han resultado válidos para el estudio de los componentes más simples de la materia resultaría en la pérdida de una parte de la realidad que queremos conocer. Los esquemas reduccionistas no pueden explicar por meros mecanismos materiales la percepción que el hombre tiene de lo bueno y lo bello, el sentido de responsabilidad de sus propias acciones y los sentimientos de amor y de odio.

Para explicar la presencia de nuevas cualidades a medida que aumenta la complejidad de los sistemas, algunos autores, que no aceptan el único principio reduccionista, recurren al concepto de «emergencia». Con esta palabra se quiere describir el hecho de que, a medida que un sistema se va haciendo más complejo, su naturaleza va adquiriendo nuevas propiedades que no son reducibles a las de los sistemas de niveles más bajos. El término mismo «emergencia» se refiere a que en los sistemas complejos emergen nuevas cualidades que no son la suma de las ya presentes en los elementos simples. De esto se sigue, primero, que en un sistema el todo es más que la suma de sus partes y, segundo, que la totalidad del sistema determina el comportamiento en él de sus partes constitutivas. Esto segundo implica que hay una cierta causalidad «de arriba abajo», es decir, del todo a las partes, además de la generalmente admitida que procede «de abajo arriba», es decir, de las partes al todo. De alguna manera, las partes en un sistema se modifican al formar parte de un todo. Esto conlleva que para comprender completamente un sistema no basta con el método analítico, que tan sólo comprende la causalidad de abajo arriba, sino que es preciso adoptar un punto de vista sobre todo

su conjunto, que comprenda también la causalidad de arriba abajo. Este punto de vista se suele llamar «holístico» (palabra derivada del griego *holos*, que significa «entero» o «completo»). Según él, para obtener un conocimiento completo de un sistema, además de estudiar sus elementos más simples y la interacción entre ellos, hay que considerar el sistema en su conjunto. Muchos autores piensan hoy que el estudio de los sistemas complejos no se agota con el esquema reduccionista y el método analítico, que sólo aceptan la causalidad de abajo arriba, sino que hay que buscar nuevos caminos de interpretación con métodos sintéticos y holísticos, que tienen en cuenta también la causalidad de arriba abajo. Además, cuando se llega al estudio de la persona humana en cuanto sujeto consciente, la reducción materialista, como veremos más adelante, no puede explicar toda su realidad. El reduccionismo materialista, que ha dado buenos resultados en los campos de la física, la química y la biología, resultará siempre insuficiente y hasta engañoso, si se quiere aplicar al hombre y a la sociedad.

4.3. Determinismo e indeterminismo

El materialismo suele implicar en cierta manera un determinismo más o menos completo. Por «determinismo» se entiende que las condiciones de un sistema en un tiempo dado y las leyes que lo rigen determinan totalmente su comportamiento en el futuro. El universo de la física clásica, es decir, de la física que se desarrolla a partir de Newton durante los siglos XVIII y XIX, se caracteriza por su naturaleza totalmente determinista. El modelo predominante en esta visión es el de la mecánica. En la mecánica clásica, el comportamiento de un sistema está perfectamente determinado por las leyes de la mecánica y las condiciones iniciales. El universo se concebía entonces formado por átomos que se mueven en el vacío e interaccionan entre sí de acuerdo con las leyes de la mecánica. La consecuencia de esta visión mecanicista del universo es la de un determinismo absoluto, en el que las configuraciones de los átomos en el futuro están ya totalmente determinadas por la situación del presente y las leyes del movimiento. Pierre Laplace, el autor de la mecánica celeste a principios del si-

glo XIX, expresó esta situación de una manera muy gráfica. Según él, una inteligencia que pudiera conocer la posición y velocidad, en un momento dado, de todas y cada una de las partículas que forman el universo podría calcular ambas cosas para cualquier otro tiempo del futuro o del pasado. Nada quedaría oculto a esta hipotética y poderosa inteligencia, ya que todo el universo está totalmente determinado por las leyes de la mecánica que rigen el comportamiento de cada una de las partículas y su relación entre ellas. El determinismo de la mecánica se extendió a todos los fenómenos físicos, ya que las otras leyes de la física clásica, como las del electromagnetismo, son igualmente deterministas.

Esta visión de la realidad se remonta en parte a la filosofía mecanicista de Descartes y sus contemporáneos, para los que sólo eran aceptables las explicaciones de la realidad en términos de interacciones mecánicas. Naturalmente, esta concepción chocaba con el comportamiento humano que estos autores aceptaban como libre. A Descartes la solución de este problema le condujo a un total dualismo que separaba radicalmente el ámbito del espíritu del de la materia. Mientras el ámbito de la materia está totalmente determinado, el del espíritu no lo está, y su comportamiento es libre. Así como los animales pueden ser considerados como máquinas sometidas al determinismo, en el hombre el espíritu es la fuente de la conciencia y la libertad. El dualismo trata de solucionar los problemas del materialismo aceptando la realidad del ámbito del espíritu en el hombre, aunque la dificultad que supone dilucidar cómo podía actuar el espíritu humano en su cuerpo material no quedaba, sin embargo, satisfactoriamente explicada. Desde el dualismo siempre queda el problema de cómo pueden relacionarse estos dos mundos aparentemente inconexos, uno totalmente determinado, y el otro libre.

El comienzo del siglo XX fue testigo de una nueva revolución científica en la física, con la introducción en 1904 por Max Planck de la mecánica cuántica, que acabó dando un vuelco a la visión determinista. De acuerdo con la nueva física cuántica, todo intercambio de energía se produce en múltiplos de una unidad básica, el «cuanto de energía», que viene dado por la constante de Planck ($h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Julios). La energía de un cuanto es una cantidad pequeñísima que constituye un límite por debajo del cual no se puede pasar, lo que era impensable para la mecánica clásica.

ca. De esta forma el intercambio de energía tiene un carácter discreto en múltiplos de esta cantidad. Niels Bohr demostró en 1912 que la física de las interacciones dentro del átomo se realiza de acuerdo con la mecánica cuántica y no se puede explicar con la física clásica. Unos años más tarde, en 1927, Werner Heisenberg, que había presentado la primera formulación de la mecánica cuántica, propuso, de acuerdo con ella, el principio de indeterminación, según el cual no se puede conocer al mismo tiempo y con la misma precisión la posición y la velocidad de una partícula o el estado de energía y el tiempo en que la partícula está en dicho estado. Por ejemplo, si se conoce la posición exacta de una partícula, no se puede saber qué velocidad tiene; y, al contrario, si se conoce con precisión infinita la velocidad, su posición queda totalmente indeterminada. Las leyes de la física cuántica impiden, por tanto, a cualquier observador conocer al mismo tiempo y con la misma precisión ambas cosas. Esto viene a alterar esencialmente la visión determinista de la física clásica y hace imposible la propuesta de Laplace. Dentro de la mecánica cuántica, la evolución de un sistema en el tiempo viene ahora dada por las «ecuaciones de onda» propuestas por Erwin Schrödinger en 1926, que, aunque en sí mismas son deterministas, sus soluciones solo representan las probabilidades de que el sistema esté en uno u otro estado. No se puede, por tanto, hablar de cantidades exactas que describan la situación de una partícula, sino tan sólo de probabilidades, que se deducen de una función de estado que es solución de la ecuación de onda. Como, en un instante dado, la posición y la velocidad de una partícula no pueden conocerse con la misma y total exactitud, su evolución en el tiempo queda también indeterminada. Es realmente imposible explicar brevemente, aunque sea de forma muy elemental, los principios más fundamentales de la mecánica cuántica. Baste con decir que, así como la física clásica tiene una relación más directa con los fenómenos de la experiencia cotidiana, no sucede lo mismo con la física cuántica, en la que algunos principios como, por ejemplo, la no-localidad y el llamado enmarañamiento de las partículas, a veces contradicen las intuiciones de nuestra experiencia cotidiana.

Hemos visto cómo la física clásica, heredera de Newton, se caracteriza por su determinismo, mientras que la física cuántica ha demostrado que, a nivel subatómico, el determinismo absolu-

to no es posible. Más aún, en sistemas deterministas relativamente simples de la física macroscópica clásica se puede generar también un comportamiento prácticamente indeterminado. Aunque en estos sistemas el futuro está determinado por el pasado, pequeñas incertidumbres en las condiciones iniciales generan en ellos, con el tiempo, un comportamiento impredecible que hoy denominamos como «caótico». Desde hacía tiempo, los físicos sabían que en las ecuaciones de muchos fenómenos dinámicos, como el flujo de un fluido, aparecen términos no lineales que hacen intratable su solución analítica. De hecho, cuando el flujo de un fluido se vuelve turbulento, sólo puede describirse de forma aproximada. Ya en 1903, el matemático Henri Poincaré había sugerido que el comportamiento caótico de sistemas dinámicos es debido a la amplificación exponencial de pequeñas perturbaciones presentes en el sistema. Modernamente, el «comportamiento caótico» —expresión que se utiliza para describir el comportamiento impredecible de los sistemas dinámicos no lineales— se ha convertido en un nuevo paradigma aplicable a fenómenos en diversos campos de la física. Sin embargo, el comportamiento caótico no debe confundirse con la pura aleatoriedad, ya que está dotado de una cierta estructura, por lo que en ciertos casos se emplea la expresión «caos determinista». En estos casos, el sistema es descrito por ecuaciones deterministas que, sin embargo, contienen términos no lineales, por lo que sus soluciones no son estables, y pequeñas variaciones de sus parámetros iniciales conducen a soluciones enormemente divergentes.

El comportamiento caótico está vinculado con la complejidad de un sistema. Sistemas físicos muy simples siguen un comportamiento determinista estable y predecible; pero, a medida que aumenta su complejidad, sin dejar de ser deterministas, empiezan a presentar características caóticas y dejan de ser estables y predecibles. La interacción gravitacional entre dos cuerpos tiene una solución perfectamente determinada, pero el problema entre tres cuerpos solo admite soluciones aproximadas. Esto fue reconocido ya por Newton, que había resuelto el problema de la gravitación entre la Tierra y la Luna y entre el Sol y la Tierra, pero reconoció que no podía resolver exactamente el del conjunto de los tres cuerpos: Sol, Tierra y Luna. El sistema de la atmósfera terrestre es un ejemplo cotidiano del comportamiento caótico

¿Quién no se ha sentido molesto por los inesperados cambios del tiempo y la incapacidad de los meteorólogos para predecirlos? Este comportamiento caótico de la atmósfera es el responsable de que la predicción sólo sea posible a corto plazo, y no siempre con plena seguridad. Pequeños cambios en algunas variables, como la presión, la temperatura o la velocidad del viento, localizados en determinadas partes de la atmósfera, pueden producir grandes consecuencias en la evolución temporal de todo el sistema. Esta circunstancia se ha expresado gráficamente con la imagen de que la alteración producida en la atmósfera por el vuelo de una mariposa en Brasil puede producir un tornado en Norteamérica. Precisamente fue el estudio de las condiciones de la atmósfera el que hizo descubrir a Edward Lorenz, hacia 1960, este tipo de comportamiento caótico. Inesperadamente, descubrió que, al cambiar en cantidades muy pequeñas las condiciones iniciales en unos modelos sencillos de la atmósfera, la solución divergía enormemente. Muchos sistemas físicos complejos exhiben también una propiedad que se ha definido como «criticalidad auto-organizada», que hace que su comportamiento, aunque sujeto a leyes dinámicas deterministas, sea prácticamente caótico. En el caso de sistemas muy complejos, como son los organismos vivos, esto resulta aún más claro. Su comportamiento, aun desde una perspectiva totalmente reduccionista, como la que hemos explicado antes, estaría abierto a cambios no predecibles, dada su enorme complejidad.

Hemos visto brevemente cómo la física moderna ha descubierto, tanto en el nivel subatómico de los procesos cuánticos como en el comportamiento de sistemas complejos, la presencia en la naturaleza de un indeterminismo intrínseco. Esto se ha interpretado, a nivel epistemológico, como la inhabilidad de nuestro conocimiento para llegar a captar el oculto pero real determinismo. Así pensaba Einstein, que no por ello aceptaba como completa la descripción cuántica, y mantenía el esencial determinismo de la naturaleza con la conocida frase de que «Dios no juega a los dados». En cambio, la postura realista, ya defendida por Niels Bohr en sus discusiones con Einstein, ve en nuestro conocimiento un reflejo de un indeterminismo real en la misma naturaleza. Esta postura es defendida por Polkinghorne, que ve en las incertidumbres epistemológicas una consecuencia de la apertura

ontológica en los sistemas reales que permite suponer que un nuevo principio causal puede desempeñar un papel para producir futuros desarrollos no predecibles. Esta interpretación lleva a suponer la posibilidad de una causalidad de arriba abajo, de carácter holístico, no reducible a la causalidad de abajo arriba⁸. Polkinghorne utiliza este análisis para explicar la acción de Dios en el mundo, que un determinismo absoluto haría imposible. El problema del determinismo o indeterminismo ontológico de la realidad tiene también consecuencias para explicar la libertad en los comportamientos humanos. Es más fácil entender la presencia de la libertad en el hombre cuando el ámbito material mismo no está totalmente determinado.

4.4. Naturaleza de la materia

Como hemos visto, el materialismo tiene como principio fundamental que toda la realidad es sólo materia. La pregunta que nos queda por hacer es: ¿Qué entendemos realmente por «materia»? Aunque con ella nos referimos a los objetos de la realidad cotidiana, cuando queremos conocer su naturaleza, la respuesta hoy ya no es tan sencilla como en el pasado. Para los primeros materialistas –los atomistas de la antigua Grecia, como Demócrito y Epicúreo– la materia estaba formada de átomos que eran pequeñas partículas indivisibles que sólo se diferenciaban por su tamaño, figura y masa. Para otros autores, como en la tradición aristotélica, la materia estaba formada por la combinación de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego y sus respectivas cualidades. Esta concepción se aceptó en Occidente durante toda la Edad Media. La doctrina atomista reaparece en aquellos autores de la Edad Moderna que sólo aceptaban que los átomos tienen propiedades mecánicas. Newton, por ejemplo, afirmaba: «me parece muy probable que Dios haya creado la materia en forma de partículas sólidas, masivas, duras, impenetrables y móviles con tales tamaños y figuras». Para él, además de la inercia, los átomos tienen cualidades activas como la gravedad, las atracciones mag-

8. J. POLKINGHORNE, *Belief in God in an Age of Science*, Yale University Press, New Haven 1998, pp. 62-66.

néticas y eléctricas y las que causan la fermentación y cohesión de los cuerpos. Los cuerpos, para él, estaban formados, además de por átomos, por espacio vacío, siendo la proporción de éste mucho mayor que la del espacio lleno. Newton ya intuyó que la materia que nos parece tan consistente está en realidad formada por más espacio vacío que lleno. Para Descartes, por el contrario, no existe el vacío, y el espacio está lleno de átomos de materia, de la que distingue tres clases: la más sutil es el éter, que se identifica con el espacio mismo; la segunda, más densa, es la materia luminosa de la que están hechos el Sol y las estrellas; y la tercera la más densa aún y más opaca, es aquella de la que están hechos la Tierra y los planetas. Esta idea de los átomos como últimas partículas indivisibles de materia se mantiene hasta finales del siglo XIX. John Dalton fue, en 1803, uno de los primeros químicos en proponer la teoría atómica, en la que los átomos, últimas partículas indivisibles, no se pueden crear ni destruir, y los de un mismo elemento tienen todos la misma masa y figura, distinguiendo sólo la existencia de 20 elementos simples. Más tarde, Jöns Berzelius introdujo en los átomos las propiedades eléctricas, con las que explicó su combinación para formar las moléculas de los elementos compuestos. La clasificación de los elementos simples se completó con la tabla periódica de Dmitri Mendeleev, que en 1900 constaba de 83 elementos y que hoy se ha extendido hasta 106. La idea de la materia en esta época era muy simple y estaba formada últimamente por pequeñas esferas de los elementos simples, de distinta masa y carga eléctrica, que, combinados, daban lugar a las moléculas de todos los materiales compuestos.

La idea del átomo simple se rompe a finales del siglo XIX con el descubrimiento de la radiactividad. Si los átomos podían emitir radiaciones, y con ello cambiar, es porque no son simples. En 1897, Joseph Thomson descubrió el electrón, una partícula unas dos mil veces más pequeña que el átomo más pequeño, el de hidrógeno. No tuvo que pasar mucho tiempo para que Ernest Rutherford presentara, en 1911, su modelo de átomo, compuesto de tres tipos de partículas: electrones de carga eléctrica negativa, protones de carga positiva y neutrones de carga neutra. Los protones y neutrones forman el núcleo, y los electrones –en igual número que los protones, para que el átomo sea neutro– giran en órbitas a su alrededor. La materia debía considerarse ahora for-

mada por estas tres partículas que interaccionan entre sí en virtud de fuerzas electromagnéticas. Poco más tarde, Niels Bohr mostró que el comportamiento del átomo no podía comprenderse con los principios de la física clásica e introdujo en él los de la física cuántica. Las bien definidas órbitas de los electrones clásicos se convirtieron en una especie de nube que tan sólo indica la probabilidad de su posición. A las partículas, además de su masa y su carga eléctrica, se añadió el *espín*, o giro. Para especificar el estado de un átomo se necesita ahora especificar cuatro números cuánticos. La materia empezaba a tener características cada vez más curiosas. Pronto se fueron descubriendo más partículas elementales, además de las que formaban los átomos, como los mesones presentes en los rayos cósmicos con masa entre la del protón y la del electrón, de los que existen varios tipos, y los neutrinos, partículas sin carga ni masa pero con *espín*. A las partículas conocidas había que añadir las antipartículas de carga contraria, como los positrones, semejantes a los electrones, pero de carga eléctrica positiva; y se consideró la posibilidad de la existencia de la antimateria, materia formada por antiprotones de carga negativa en el núcleo y positrones de carga positiva girando a su alrededor. Hacia 1950 se empiezan a utilizar los aceleradores de partículas, ciclotrones y sincrotrones, en los que se logran acelerar las partículas de un modo prácticamente inimaginable y hacerlas colisionar entre sí, con lo que se descubren nuevas propiedades de la materia y nuevas partículas elementales con nuevas propiedades cuánticas a las que se dio el nombre de «encanto» y «extrañeza». En 1964, Murray Gell-Mann presentó su teoría, según la cual las partículas que hasta entonces se habían considerado elementales, como el protón, el neutrón y los mesones, están formadas por otras partículas aún más pequeñas, que él denominó «quarks». El protón y el neutrón están formados por tres quarks, y los mesones por dos. Al principio se propusieron tres tipos de quarks, designados con las letras, «u», «d» y «s», a los que se añadieron otros tres, «c», «t» y «b», con lo que el número de quarks aumentó a seis. Los quarks poseen unas curiosas cualidades: tienen carga eléctrica $1/3$ o $2/3$, la del electrón, que hasta entonces se había considerado como la carga unitaria; *espín* $1/2$ o $-1/2$, que no se pueden encontrar aislados y vienen dados en tres nuevos estados cuánticos a los que se le da el nombre de «colores» (rojo, verde y azul).

Esto ha dado origen a lo que hoy se conoce como el «modelo estándar de la materia», que la considera formada por seis tipos de quarks y seis partículas ligeras, llamadas leptones, a saber: electrón, muón y tauón, más tres tipos de neutrinos (neutrino electrónico, tauónico y muónico). Toda la materia se considera formada finalmente por estos 12 tipos de partículas, que se consideran hoy como elementales o simples. Además, añadiendo las correspondientes antipartículas, las últimas partículas elementales serían 24. La física clásica había ido unificando las fuerzas que actúan en la naturaleza, reduciéndolas a dos: la gravitacional y la electromagnética. A las cuales hay que añadir, además, la que actúa en el núcleo de los átomos para mantener juntos los protones, que, teniendo la misma carga eléctrica, deberían repelerse unos a otros. A esta fuerza mucho mayor que la electromagnética se le ha denominado «fuerza nuclear fuerte». Los neutrones pueden desintegrarse en un protón, un electrón y un antineutrino, y la fuerza que actúa en el neutrón es la nuclear débil. Estas cuatro constituyen todas las fuerzas de la naturaleza. Como las interacciones energéticas se dan a través de partículas portadoras, a las partículas que forman la materia hay que añadir el fotón para la fuerza electromagnética, el gluón para la nuclear fuerte y los bosones W y Z para la fuerza débil. Aunque todavía no se conoce, se supone que a la fuerza gravitacional corresponde una partícula portadora, a la que se da el nombre de gravitón. La materia, que a primera vista nos parece como algo sólido y sencillo, está formada por un conjunto de partículas que ocupan sólo unas dimensiones mínimas dentro de las ocupadas por un átomo o una molécula. Con más razón sabemos hoy que en la materia hay muchísimo más espacio vacío que el ocupado por las partículas que la forman. Algunas de estas partículas, que finalmente se reducen a las doce que hemos mencionado antes, tienen –además de masa, carga eléctrica y *espín*– otras propiedades cuánticas llamadas «encanto», «extrañeza» y «color». La imagen que la ciencia ofrece hoy de los últimos constitutivos de la materia no es reducible, por tanto, a nuestra percepción cotidiana de ella. Las nuevas teorías de las «super-cuerdas», no aceptadas todavía del todo por la comunidad científica, se alejan todavía más al considerar las partículas, no como pequeños elementos de materia, sino como una especie de «cuerdas» o «lazos» en vibración. Con

esta teoría se pretende unificar las cuatro fuerzas de la naturaleza, aunque todavía encuentra grandes dificultades y no ha logrado una confirmación experimental.

En la física clásica, masa y energía eran dos entidades distintas que necesitaban dos principios distintos de conservación: por un lado, la conservación de la masa; por otro, la de la energía. En 1905, Einstein propuso su hoy celebre y conocida ecuación que relaciona la energía con la masa multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado. De acuerdo con ello, masa y energía dejan de ser independientes: la masa se puede convertir en energía, y la energía en masa. Como la velocidad de la luz es muy grande (aproximadamente 300.000 kilómetros por segundo), una pequeña cantidad de materia equivale a una gran cantidad de energía. Las bombas atómicas y las centrales eléctricas nucleares se basan precisamente en este principio, generando enormes cantidades de energía a partir de pequeñas cantidades de materia. Al hablar de la materia tenemos, por tanto, que incluir en ella a la energía. En la física clásica, la radiación electromagnética (luz y ondas de radio) tenía una naturaleza ondulatoria, y la materia tenía una naturaleza corpuscular (formada por partículas), y ambas eran dos cosas distintas. También en 1905, Einstein demostró que la luz, hasta entonces considerada como una onda, está formada en realidad por partículas –los fotones–, lo que se extendió más tarde a toda onda electromagnética. La radiación de energía presenta, de este modo, un doble comportamiento: unas veces como ondas, y otras como partículas. En 1924, Louis de Broglie propuso que, si las ondas se comportan como partículas materiales, la materia debe comportarse también como las ondas. De esta forma, la dualidad partícula-onda quedaba establecida, tanto para la naturaleza de la radiación como para la de la materia. Niels Bohr llamó a estas dos formas de comportarse la energía y la materia «descripciones complementarias». Cuando hablamos de la materia, ya no podemos ingenuamente pensar tan sólo en pequeñas partículas sólidas, sino que tenemos que aceptar que también se comportan como grupos de ondas.

La doctrina aristotélica, vigente en Occidente a lo largo de la Edad Media, consideraba que los astros estaban formados, no por el tipo de materia existente en la Tierra (los cuatro elementos), sino por un tipo especial formado por un quinto elemento,

llamado «éter». A partir del Renacimiento, con la aceptación del heliocentrismo y la vuelta del atomismo, los astros (planetas, estrellas, cometas...) se consideraron formados por el mismo tipo de materia que el de la Tierra, aunque se aceptaba la existencia del éter como una materia sutil relacionada con la luz. La aplicación, a finales del siglo XIX, de las técnicas de espectroscopia y espectrografía a la luz proveniente de los astros confirmó esta idea y demostró que los mismos elementos forman toda la materia del universo. Sin embargo, se aceptaba también la existencia del que primero se llamó «éter luminoso», y después «éter electromagnético», aún en el vacío, para explicar la propagación de las ondas luminosas y electromagnéticas; hasta que a principios del siglo XX se demostró la imposibilidad de su existencia. Hacia 1965, una serie de observaciones astronómicas, entre ellas las de la rotación de las galaxias, empezaron a indicar la presencia en el universo de un tipo de materia distinta de la observada hasta entonces. Este tipo de materia se caracteriza por el hecho de que no interacciona con la luz, por lo que ha sido llamada «materia oscura». Lo sorprendente es que, de acuerdo con diversos cálculos, este tipo de materia debe formar hasta el 90 por ciento de toda la materia del universo. La materia normal es, por tanto, tan sólo una pequeña parte de toda la materia existente. Hasta ahora no sabemos exactamente de qué está hecha esta materia, y se han presentado algunos candidatos tales como axiones, wimps, monopolos magnéticos y neutrinos ligeros. A excepción de los últimos, ninguno de ellos ha sido observado hasta ahora, y los dos primeros son, de momento, meramente especulativos. Más recientemente, la cosmología nos ha traído una sorpresa mayor. En realidad, la mayor parte de la materia del universo ni siquiera está en forma de materia, sino de un nuevo tipo de energía denominada «energía oscura», la cual forma una fuerza desconocida que actúa en contra del efecto de la gravitación e impulsa las galaxias, separándolas entre sí. Se puede considerar su efecto como un estiramiento del espacio mismo, que resulta en una aceleración de la expansión del universo. De acuerdo con los últimos descubrimientos, en parte basados en las observaciones del satélite WMAP, la increíble nueva imagen del universo lo presenta formado por sólo un cuatro por ciento de materia normal, un 23 por ciento de materia oscura, y el resto (73 por ciento) de ener-

gía oscura⁹. Como no conocemos realmente en qué consiste la materia y la energía oscura en realidad, el 96 por ciento de la materia del universo es todavía un misterio para la ciencia. Del 4 por ciento de materia normal que existe en el universo, el 97 por ciento es hidrógeno, y el 2 por ciento helio, por lo que los otros elementos de la materia de nuestra realidad cotidiana significan menos del uno por ciento de la materia normal.

Este breve recorrido por el desarrollo histórico de nuestro conocimiento de la constitución de la materia nos descubre que, a medida que hemos ido profundizando en su conocimiento, su última naturaleza se ha ido complicando, y parece que se nos ha ido escapando. Cuando, a principios del siglo XX, se tenía un modelo sencillo de la materia consistente con la física clásica, formada por tres tipos de partículas (protón, neutrón y electrón), dicho modelo resultó ser totalmente inadecuado. Lo que se pensaba que eran partículas elementales, como el protón (palabra que significa el primer constitutivo de la materia), resultó no serlo y estar formado por otros más elementales: los quarks. Éstos se consideran hoy como elementales y simples, pero puede en el futuro descubrirse que están formados por otras partículas aún más pequeñas, o que se reducen a ser vibraciones de extraños lazos o supercuerdas. La sorpresa mayor, sin embargo, nos la han proporcionado la cosmología y la astrofísica, que han mostrado que la materia que nos es familiar, y cuya constitución ha sido el objeto de las investigaciones de tantos años, representa tan sólo el cuatro por ciento de la materia del universo. La parte más grande de la materia del universo, un 96 por ciento, está formada por materia y energía oscuras, cuya constitución todavía desconocemos. Lo cual no significa que no sean materia, sino que su naturaleza es distinta de la de nuestra experiencia cotidiana. Cuando se afirma que toda la realidad se reduce exclusivamente a materia, no sabemos muy bien del todo a qué nos estamos refiriendo. Cuando creemos que hemos comprendido la última naturaleza de la materia, la ciencia descubre que ese conocimiento es todavía inadecuado y que tenemos que seguir investigando.

9. Ch. SEIFE, «Illuminating the Dark Universe»: *Science* 203 (2003), 2.038-2.039.

4.5. Mente y cerebro

El problema más controvertido que se le plantea al materialismo lo constituye su aplicación al hombre como sujeto consciente. El campo de la neurofisiología ha realizado en los últimos años enormes progresos en el estudio de los procesos que tienen lugar en el cerebro humano. Éste está formado por un complejo mecanismo de aproximadamente cien mil millones de neuronas, conectadas entre sí por medio de innumerables uniones sinápticas que intercambian señales eléctricas y químicas. La aplicación al cerebro de modernos métodos de tomografía de resonancia magnética y de emisión de positrones permite localizar en él las regiones que se activan durante determinadas actividades. Este tipo de localización se encuentra, no sólo para las distintas reacciones del cuerpo, sino también para la actividad mental. El pensamiento analítico, sistemático, abstracto y secuencial, por ejemplo, se localiza en el hemisferio izquierdo, mientras que el pensamiento intuitivo, imaginativo y concreto está en el derecho. Dependiendo de los objetos mentalmente considerados, se ha observado durante ciertos experimentos que se activan distintas partes del cerebro. En el fenómeno inverso, se ha observado también que la estimulación eléctrica de ciertas áreas del cerebro afecta a los estados mentales, la conciencia y la conducta, y pueden producir distintos tipos de recuerdos y sentimientos. También el efecto químico de las drogas afecta a los estados mentales y produce imágenes, sentimientos, etc. Las lesiones en el cerebro afectan a la persona en su capacidad mental y emocional. Todo ello lleva a la conclusión de que la actividad mental está relacionada íntimamente con los procesos físicos localizados en ciertas áreas del cerebro. El problema se plantea a la hora de establecer qué tipo de relación se da realmente entre ellos. ¿Es lo mental dependiente pero distinto de lo físico, o bien es reducible a lo físico? Este problema ocupa hoy un lugar importante en el diálogo entre ciencia y religión¹⁰.

10. El tema es tratado por I. BARBOUR, *Religión y ciencia*, Trotta, Madrid 2004, pp. 426-434, y A. PEACOCKE, *Creation and the World of Science*, Oxford University Press, Oxford 2004, pp. 119-131.

La postura estrictamente materialista mantiene que los sucesos en el cerebro, que operan de acuerdo con las leyes de la física o la química, determinan completamente los estados mentales, las experiencias subjetivas y la conducta. Se trata, por tanto, de una postura materialista o fiscalista y reduccionista. Aunque no de forma explícita referida al problema mente-cerebro, esta postura se puede remontar a los materialistas de los siglos XVIII y XIX y a los de la corriente positivista, de los que ya hemos hablado. El problema concreto referido a la actividad del cerebro se inicia en el siglo XX. Según algunos de los primeros autores, como Herbert Feigl y Bertrand Russell, lo mental sólo es otro aspecto de lo físico. La corriente materialista más extrema, iniciada por D.A. Armstrong en 1960, es la que mantiene la identidad absoluta entre sucesos mentales y procesos en el cerebro; sólo hay sucesos o eventos del cerebro y comportamientos asociados a ellos. Por lo tanto, no hay necesidad de explicar la relación entre estados mentales y del cerebro, ya que ambos son la misma cosa; de hecho, no hay en realidad estados que puedan llamarse «mentales», sino tan sólo procesos materiales en el cerebro. Esta corriente de pensamiento, a la pregunta «¿es la conciencia un proceso en el cerebro?», contesta rotundamente que sí. Relacionada con esta postura está la del funcionalismo, que sostiene que no es necesario identificar los sucesos mentales y del cerebro. Para ella existe una relación entre estados mentales y procesos del cerebro, semejante a la función que se realiza en un ordenador al procesar información entre el soporte lógico (*software*) y el material (*hardware*). De esta forma, el ordenador se convierte en el modelo de la mente, aunque no queda claro si se considera la persona únicamente como un ordenador muy complejo. Si se defiende esta identidad, tal postura no se diferencia realmente de la anterior y, de todas formas, tiende también al fiscalismo, es decir, que todo lo que existe son los procesos físicos del cerebro. Para estas posturas, el dominio de lo físico está causalmente cerrado y no nos puede llevar a algo fuera de él. Por otro lado, a la experiencia interior humana le resulta difícil identificar los estados mentales con efectos puramente físicos.

Las posturas que sostienen una realidad independiente de los estados mentales, aunque relacionada con los procesos en el cerebro, pueden agruparse bajo el nombre genérico de «dualismo».

Esta postura se puede remontar al pensamiento de Platón, que sostenía que el alma (*nous*), sede de la actividad racional, estaba encerrada en el cuerpo como en una cárcel, y que su relación con el cuerpo era como la de un piloto con la nave que dirige. Un cierto dualismo se encuentra también en el pensamiento de Aristóteles, para quien el espíritu (*nous*), sede de la racionalidad, es independiente en el hombre y no tiene relación con el alma (*psyche*), principio de las operaciones en seres animados. Este autor distingue entre el alma racional y el alma sensitiva. La influencia del dualismo platónico se puede encontrar en algunos autores eclesiásticos cristianos de los primeros siglos, como Orígenes y San Agustín, y en la Edad Media en los autores de influencia agustiniana. Ninguno de ellos, aunque defienden la unidad del hombre, formado por un cuerpo material y un alma inmortal creada inmediatamente por Dios, no supera del todo el dualismo platónico. Descartes propone el dualismo referido explícitamente a la relación del alma con el cuerpo. El alma (espíritu, *res cogitans*), aunque es una entidad radicalmente distinta, actúa causalmente sobre el cuerpo (materia, *res extensa*). El alma espiritual se da sólo en el hombre, de forma que los animales son puros sistemas mecánicos, como robots materiales. Para Descartes, la actividad mental del espíritu es totalmente distinta de la física entre objetos materiales, que él reduce a la mecánica. La dificultad para explicar la acción del espíritu sobre la materia llevó a Leibnitz a negarla y a situar en su lugar una «armonía preestablecida» entre los dos ámbitos, espiritual y material. Posturas más o menos dualistas son defendidas por neurofisiólogos y filósofos modernos como Wilder Penfield y John Eccles. Para este último, la mente autoconsciente es una entidad independiente del cuerpo. Karl Popper defiende igualmente la existencia de una interacción entre la conciencia y el cerebro y afirma que los fenómenos mentales ejercen una influencia causal sobre los físicos. En dilucidar cómo puede darse una causalidad entre dos entidades totalmente distintas, como el espíritu y la materia, estriba la mayor dificultad del pensamiento dualista.

Otras posturas buscan superar el monismo materialista sin caer en el dualismo, y defienden, por un lado, la unidad del hombre y, por otro, la realidad tanto de los sucesos mentales como de la actividad del cerebro, así como su relación entre ellos. En la

Edad Media, Santo Tomás de Aquino rechazó el dualismo y defendió que cuerpo y alma son dos principios metafísicos dentro de la unidad originaria del hombre, de manera que toda actividad del hombre es una operación de todo el hombre. Santo Tomás emplea el concepto de *anima* para expresar al hombre como persona, concepto que incluye la corporalidad. Esto ha sido a veces mal interpretado, en el sentido de una espiritualización del hombre o del mantenimiento de un dualismo encubierto. Esta postura constituye el núcleo central de la doctrina tradicional católica, que insiste en la unidad en el hombre de cuerpo y alma, que no son dos partes del hombre, sino dos principios ontológicos del ser humano. El cuerpo humano no puede considerarse como pura materia, sino como materia informada por el espíritu; y el alma no es puro espíritu, sino espíritu que informa la materia¹¹. Esta postura es mantenida hoy por teólogos católicos, que defienden que el hombre se experimenta como una unidad, aunque con una pluralidad de aspectos en la que psiquismo y corporalidad van unidos y se condicionan mutuamente¹². El hombre es a la vez cuerpo y alma, dos principios que le constituyen formando una unidad; el alma se considera como la forma con respecto al cuerpo como materia. El cuerpo se puede considerar, así, como la expresión visible y material de lo espiritual del hombre (el alma). El problema mente-cerebro queda en estos autores como un aspecto dentro de la concepción general de la unidad del ser humano y su no reductibilidad a lo meramente biológico.

Otra concepción que busca salvar la unidad del hombre es la presentada por Barbour, que considera al hombre como una unidad multiestratificada, a la vez organismo biológico y sujeto consciente y responsable de sus actos. Para él, éste es un caso particular del principio general que mantiene que la realidad está organizada en diversidad de niveles, a cada uno de los cuales corresponde un tipo de actividad no reducible a los niveles más inferior-

-
11. J.-B. METZ y F.P. FIORENZA, «El hombre como unidad de cuerpo y alma», en J. FEINER y M. LÖHRER, *Mysterium Salutis. Manual de teología como historia de salvación*, Cristiandad, Madrid 1970, pp. 680-704.
 12. L.F. LADARIA, *Antropología teológica*, Universidad Pontificia Comillas, Madrid 1994, «La unidad de espíritu y materia en la comprensión de la fe cristiana», pp. 181-209.

res. Propone este autor en el ser humano la existencia de una jerarquía de niveles, desde la materia hasta el pensamiento. La persona misma debe considerarse, no como una sustancia estática, sino como una serie de actividades dinámicas que acontecen a diversos niveles de organización y funcionamiento¹³. Teilhard de Chardin sostiene que materia y espíritu son dos dimensiones de una misma y última realidad. La conciencia y el espíritu, que descubrimos plenamente presentes en el hombre, se encuentran también, de alguna manera, presentes en los demás seres, dependiendo de su complejidad; de forma que, a mayor complejidad, mayor nivel de conciencia. Otras propuestas se han presentado para mantener la unidad en el hombre sin caer en el materialismo, referidas por algunos autores como «monismo anómalo» o como una identificación cualificada entre cuerpo y mente. En ellas se insiste en la no reducción de lo mental a lo físico, pero no se acepta que la mente sea algo sustancialmente distinto del cuerpo¹⁴.

El problema más difícil que se le plantea al materialismo consiste en explicar la experiencia de la propia conciencia, es decir, el conocimiento reflejo del propio conocimiento. Se trata de que, en el propio acto de conocer algo, somos conscientes de que lo conocemos. Esto no sucede en un ordenador, del que se puede decir que conoce, pero que no sabe que conoce. En general, muchas veces se ha eludido tratar científicamente de la conciencia, ya que en sí misma no es objetivable. Se trata de un fenómeno subjetivo, y para muchos autores no puede ser totalmente comprendida únicamente en términos neurofisiológicos o neurobiológicos. Aunque los estados conscientes pueden localizarse en actividades localizables en el cerebro, no pueden identificarse como tales sin el reconocimiento del sujeto mismo. Podemos detectar la actividad del cerebro, pero la conciencia misma debe ser afirmada por el sujeto mismo que la experimenta. No se puede objetivar una experiencia que es esencialmente subjetiva.

Relacionada con la conciencia está la experiencia del yo como sujeto responsable de sus propias acciones. Esta experiencia del yo va unida al problema de la persona. En general, entendemos

13. I. BARBOUR, *op. cit.*, p. 449.

14. A. PEACOCKE, *op. cit.*, pp. 128-133.

como persona al agente capaz de ser sujeto de acciones tales como conocimientos, sentimientos, deseos, decisiones y acciones de las que se siente responsable desde el punto de vista ético. No parece posible identificar a la persona meramente con su cuerpo. Este problema va unido también al de la identidad personal. La persona de hoy se identifica con la del pasado, a pesar de los cambios físicos que se han operado en ella. Todas las células del cuerpo se van renovando continuamente, lo cual no impide la experiencia de la continuidad del propio cuerpo. Más importante es la continuidad psicológica, es decir, la de la vida mental. Ambas continuidades son necesarias para asegurar la experiencia de la persona, que se capta también como una misma a lo largo de la vida. El yo que se atribuye la pertenencia de las sensaciones, los raciocinios y los sentimientos no se puede explicar meramente en términos de procesos químicos y físicos. Además, el yo está condicionado por las relaciones con otras personas, dice referencia a un tú y es, en parte, una construcción social. Las relaciones personales forman parte de la evolución del sujeto mismo. Todo esto es difícil de explicar a base únicamente de procesos materiales en el cerebro.

En el centro de la experiencia del yo se encuentra la experiencia de percibirse a sí mismo como un sujeto libre. La experiencia de la propia libertad constituye la mayor dificultad para la concepción puramente materialista. Si todo se reduce a fenómenos físicos, no puede haber una autodeterminación libre del sujeto, y sólo queda negar la libertad. Aunque ya vimos que los procesos físicos están en sí sujetos a la indeterminación cuántica a nivel subatómico y a comportamientos caóticos a nivel macroscópico, ello no puede explicar la libertad del hombre. Sólo llevaría a comportamientos a veces caóticos y no predecibles, pero en esto no consiste la libertad. Para la visión puramente materialista, la experiencia de la propia libertad es en realidad una ilusión y no corresponde a nada real, aunque no se explica de dónde nace esta ilusión compartida por la mayoría de las personas de ser y actuar en libertad. Si las actuaciones son sólo consecuencia de procesos físicos en el cerebro, no se puede hablar de decisiones libres del sujeto. Algunos experimentos muestran que existen, en efecto, señales en el cerebro inmediatamente previas a la decisión de un movimiento corporal que se percibe como resultado de una

decisión del sujeto. Pero estos experimentos no pueden negar que es la persona la que decide hacer los movimientos. Por otro lado, la libertad se refiere, más que a movimientos corporales concretos, a las decisiones que afectan a toda la dirección de los comportamientos de la persona. Sobre ella se basa la responsabilidad del sujeto sobre sus propios actos, que es el fundamento de la ética y el ordenamiento jurídico en las sociedades. Si todo lo que el hombre hace son actuaciones automáticas, físicamente determinadas, no tiene sentido exigirle responsabilidades sobre sus actos. La responsabilidad sería tan sólo una construcción de defensa de la sociedad, que no correspondería a nada en el sujeto mismo. La experiencia de la persona sobre su propio yo como sujeto libre y responsable de sus comportamientos no puede explicarse desde una visión puramente materialista del hombre. Dada la unidad entre espíritu y materia en el hombre, el indeterminismo físico puede considerarse como un reflejo, en el nivel material, de la libertad del espíritu.

4.6. La «incompletitud» de la ciencia

Como ya se ha dicho más arriba, una consecuencia de la visión materialista es afirmar que toda la realidad puede ser finalmente conocida por la ciencia. En efecto, si todo lo que existe es materia, no hay razón para que la ciencia no pueda explicarlo todo. La pregunta que tenemos que hacernos es si realmente la ciencia puede abarcarlo todo. La primera consideración que podemos hacer es la propuesta por el astrofísico Arthur Eddington, el cual refiere el relato de una persona que pregunta a un pescador por el tamaño de los peces de un lago. El pescador responde que todos son mayores de tres centímetros, y que está seguro de ello, pues nunca ha cogido uno menor de ese tamaño. La explicación es que el pescador pesca con red, y ése es el tamaño de los agujeros de dicha red. Eddington compara el método científico con la red del pescador y el tipo de conocimiento de la realidad que se obtiene con él con los peces. La conclusión de esta comparación es que el método científico impone limitaciones a los aspectos de la realidad que conocemos con él. Asegurar que no hay realidades fuera de las conocidas por la ciencia sería como afirmar que

la red del pescador es infinitamente tupida. En el capítulo segundo ya vimos las características del método científico y cómo se reduce a los aspectos objetivables y capaces de medida. Esto indica que hay preguntas a las que la ciencia misma no puede responder; hay otras perspectivas que se abren al hombre y que no están contenidas en la ciencia, como las de la filosofía, el arte, la ética y la religión. La afirmación de que la ciencia es la única forma válida de conocimiento queda hoy relativizada por una mejor comprensión de la complejidad del conocimiento científico mismo, como ya vimos. La realidad, en efecto, puede aprehenderse desde otros muchos puntos de vista, desde otras perspectivas y tipos de conocimiento, tales como el filosófico, el estético, el ético y el religioso, por citar solo algunos. Ellos nos descubren aspectos de la realidad que la ciencia no contempla. Como bellamente dijo Blas Pascal, «el corazón tiene razones que la razón no comprende».

Una de las características de la ciencia es que su formulación constituye un sistema formal de conocimientos. Como ya vimos en el capítulo segundo, el matemático Kurt Gödel investigó, hacia 1930, hasta qué punto eran completos o no los sistemas formales, y demostró que ni siquiera el sistema de la aritmética puede ser completo, y que en todo sistema formal se da al menos un principio formalmente indemostrable dentro del mismo sistema. Esta conclusión se conoce como el «principio de la incompletitud». Un segundo teorema propuesto por el mismo autor y vinculado al anterior es que dentro de un mismo sistema no se puede demostrar que esté libre de contradicciones. Ninguna teoría puede aportar por sí misma la prueba de su propia consistencia, y la autodescripción completa de sí misma es lógicamente imposible. La consistencia implica, ella misma, la «incompletitud», y la «completitud» no se puede obtener más que a expensas de la consistencia. Desde este punto de vista, la ciencia adolece siempre de «incompletitud», como todo sistema formal. Además, la ciencia no es un sistema formal puro como las matemáticas, sino que tiene como objeto los observables físicos. Las observaciones limitan siempre la exactitud de los enunciados sobre ellas. No podemos hacer enunciados absolutos sobre los datos empíricos. De esta forma, como ya vimos, la ciencia proporciona conocimientos que están siempre sujetos a revisión. Además, vimos que al considerar la relación entre ciencia y mundo físico aparecen unos

presupuestos de orden filosófico, de carácter ontológico, epistemológico y ético, sin los cuales la práctica de la ciencia no es posible. Entre estos presupuestos se encuentra el de la existencia de un mundo natural ordenado, no caótico, que es cognoscible. Estos principios, como ya vimos, no pueden demostrarse por la ciencia misma.

Fuera de la consideración de la ciencia queda, por ejemplo, la consideración del sentido. Esta cuestión, como afirma Thierry Magnin, es a la vez personal y social y surge de todos lados. No podemos dejar de hacernos preguntas como: ¿Qué somos? ¿De dónde venimos? ¿Qué sociedad queremos construir? ¿En qué valores nos apoyamos?... Concluye Magnin que a la ciencia algo se le escapa¹⁵. A este tipo de preguntas podemos añadir otras, como: ¿Qué sentido tiene la existencia? ¿Qué es el hombre? ¿Cuál es el sentido del dolor, del mal y de la muerte, que, a pesar de tantos progresos, siguen subsistiendo hoy? ¿Qué valor tienen las victorias logradas a tan alto precio? ¿Qué puede dar el hombre a la sociedad o qué puede esperar de ella? ¿Qué hay después de esta vida?... Por mucho que uno se esfuerce en negarlas, éstas son preguntas que el hombre puede hacerse y a las que la ciencia no puede dar respuesta. Ya que la ciencia no puede proporcionar ninguna respuesta a las preguntas sobre el sentido, ante ellas el hombre se ve llevado a buscar respuestas en otro lado. Estas respuestas pueden venir de otras perspectivas sobre la realidad, como la reflexión filosófica o la religiosa. Muchas veces la búsqueda del sentido nos lleva a buscar respuestas que sólo desde el ámbito de la fe religiosa pueden encontrar una respuesta total.

Con respecto a la experiencia personal del hombre sobre sí mismo y sus relaciones con los demás, encontramos que la perspectiva de la ciencia, que sólo puede tratar de explicarlas desde procesos puramente biológicos y finalmente físicos, no puede proporcionar respuestas completas. Por poner un ejemplo: ¿cómo puedo medir mi amor por otra persona, o cuantificar el fastidio que otra me produce? Pero ese amor y ese fastidio que siento son algo real, tan real o mucho más real que los aspectos de la

15. Th. MAGNIN, *Entre science et religion. Quête de sens dans le monde présent*, Rocher, Monaco 1998, pp. 1-5, 107-115.

realidad que conocemos a través de la ciencia. Los principios éticos y morales, cuya relación con la ciencia veremos más adelante y que no pueden deducirse de ella, forman también un ámbito de la realidad distinto y que hay que tener en cuenta. Tampoco podemos quitarle al poeta su percepción sobre la belleza de la naturaleza, como si su conocimiento no fuera también un acercamiento válido a ella, aunque distinto del de la ciencia. La belleza y el bien son aspectos de la realidad que no pueden analizarse con el método científico. Apremiar la belleza de un cuadro o de una composición musical implica captar aspectos de la realidad que no pueden reducirse al análisis físico de los colores o los sonidos. Valorar una buena acción desinteresada es también descubrir una dimensión que se escapa a los principios biológicos. Querer reducir toda la realidad a lo que la ciencia puede conocer haría del mundo un lugar donde el hombre no podría vivir. Tenemos que reconocer que la realidad es mucho más rica que los aspectos que de ella nos aportan las ciencias. Reconocer sus limitaciones, como las tienen todas las tareas humanas, y aceptar la existencia de otras formas o niveles de conocimiento no quita nada a la grandeza de la ciencia en su tarea de comprender la naturaleza que nos rodea. Este reconocimiento no hace más que demostrarnos que no podemos extrapolar el conocimiento científico a toda la realidad, y que la visión materialista que sobre ella se quiere fundamentar nunca podrá abarcar toda la realidad.

4.7. La dimensión espiritual

Ya hemos visto que el principio fundamental del materialismo es la negación de cualquier realidad fuera de la material. El hombre, sin embargo, ha reconocido desde la más remota antigüedad la presencia de realidades no corporales a las que se ha referido con palabras que se derivan de las usadas para designar el aliento, el soplo o el viento (*spiritus* [latín], *pneuma* [griego], *ruah* [hebreo], *vayu* [hindi]), y del término latino se deriva en español «espíritu» y «espiritual». El término derivado del aliento, generalizado en muchas civilizaciones, se ha elegido para referirse a aspectos de la realidad sutiles y relacionados con el principio de la vida, para indicar su naturaleza viva y su diferencia con la mate-

ria más grosera e inanimada. En el hombre, el espíritu, el alma o términos semejantes se refieren al principio de sus actividades, sobre todo las racionales, y es considerado generalmente como independiente de la materia y relacionado de alguna manera con la divinidad. En civilizaciones muy primitivas de la antigüedad y en algunos pueblos primitivos actuales, la experiencia del espíritu en el hombre, que se muestra en las actividades del pensamiento, los sentimientos y los sueños, no admite dudas. Esta experiencia lleva a extender la presencia del espíritu o espíritus también en los demás seres, como los animales, las plantas y aun los inanimados, como rocas, montes, ríos y lagos. El argumento se plantea de esta forma: si el espíritu está presente en el hombre, cosa que no se pone en duda, ¿por qué no va a estar también en las demás cosas? Este proceso es precisamente el contrario al del materialismo moderno, que parte de la constitución exclusivamente material de las cosas inanimadas para aplicarla también al hombre.

La reflexión filosófica sobre el espíritu tiene su origen en Occidente en la filosofía griega, que añadió al término *pneuma* (aliento o soplo) el de *nous* (razón). Platón convirtió, de este modo, al espíritu en la facultad que capacita al hombre la contemplación del mundo de las ideas atemporales y eternas, de las que las cosas sensibles son tan sólo una sombra. El pensamiento de Aristóteles, que tendrá tanta influencia en Occidente, concibe el *nous* como la energía que distingue al hombre como tal y lo relaciona con el ser y con Dios. En Occidente, la evolución posterior del concepto de espíritu sufre una decisiva transformación por obra del cristianismo. El sentido que damos hoy a este concepto sólo puede entenderse a la luz del encuentro entre el pensamiento griego y la experiencia cristiana de la existencia humana. En San Agustín, el espíritu no es simplemente el *nous* griego, sino el punto personal y dinámico de contacto entre el hombre y Dios. La evolución posterior de la concepción del espíritu pasa por numerosas elaboraciones. En la Edad Media tiene una gran influencia el pensamiento de Tomás de Aquino, que interpreta el espíritu dentro de una metafísica jerárquica del ser, y la doctrina cristiana de la creación con una dimensión natural y sobrenatural. En la evolución moderna filosófica, el término «espíritu» se caracteriza por su subjetivización. En la actualidad, el concepto de

«espíritu» se emplea en un sentido múltiple, según las diversas escuelas y tradiciones filosóficas.

En todas las religiones el mundo del espíritu está relacionado con la idea de Dios, que es considerado como espíritu. En la tradición cristiana, la realidad espiritual del hombre está en relación con la realidad espiritual de Dios, ya que el hombre ha sido creado a imagen y semejanza de Dios (Gn 1,27). Para los teólogos, la dimensión espiritual del hombre está, por tanto, vinculada a su relación con Dios. Algunos consideran en el hombre una triple composición –cuerpo, alma y espíritu– y reservan para esta última categoría la capacidad del encuentro interpersonal y libre del hombre con Dios¹⁶. El cristianismo considera siempre al hombre en su unidad de espíritu y materia, a partir de la historia de su relación para con Dios, fondo originario de toda su realidad¹⁷. El materialismo, al negar toda referencia a realidades espirituales, niega al mismo tiempo la dimensión espiritual del hombre y la existencia de Dios. El conocimiento científico deja fuera de su consideración la dimensión espiritual de la persona y, junto con ello, su relación con el ser trascendente, del que depende su existir y al que llamamos «Dios». Se trata, como ya vimos antes, de una limitación metodológica que nos indica que no podemos identificar toda la realidad con los aspectos conocidos por la ciencia. Hacer esto es convertir la ciencia en una ideología con pretensión de absolutización y negar la existencia de todo aquello que no se puede captar con la metodología científica.

La dimensión espiritual del hombre está relacionada con el sentido del misterio, es decir, de aquello que no podemos reducir a nuestro análisis puramente racional y comprender del todo, y que es esencial a todas las religiones. Precisamente es la experiencia religiosa la que nos relaciona con el sentido del misterio que rodea nuestro contacto con Dios. La dimensión espiritual del hombre esta relacionada con los aspectos de la realidad que tienen que ver con el sentido de nuestra existencia y su apertura a la trascendencia y al misterio. Estos aspectos no pueden ser bo-

16. L.F. LADARIA, *op. cit.*, p. 153.

17. K. RAHNER, «La unidad de Espíritu y materia en la comprensión de la fe cristiana», en *Escritos de teología*, tomo VI, Herder, Barcelona 1969, pp. 181-209.

rrados de nuestra consideración, por el hecho de no ser abordables desde los estrechos límites de la metodología científica. El hecho de que el hombre se reconozca a sí mismo como una criatura abierta a Dios se fundamenta en intuiciones y experiencias que escapan a todo análisis científico. Pretender abordar desde él este problema nos conduce a un callejón sin salida. Es como si nos hiciéramos preguntas en un lenguaje equivocado y buscáramos respuestas dentro de él. Pero negar que el hombre pueda seguir haciéndose estas preguntas es, además de inútil, un intento vano de limitar la apertura del espíritu humano. La historia reciente nos enseña que todo intento, a veces utilizando un pretendido y falso fundamento en las ciencias, de querer acabar, mediante el poder político, con el sentimiento religioso ha resultado un fracaso. El espíritu humano se rebela siempre contra toda imposición que coarte su libertad. El hombre seguirá buscando respuestas a las preguntas que surgen en él a propósito del sentido de su existencia y la realidad que le rodea, así como del misterio trascendente al que está abierto y hacia el que se siente atraído. Como ya lo expresó San Agustín, su corazón seguirá inquieto mientras no descanse en Dios, que lo ha hecho para sí.

En conclusión, negar toda realidad fuera de la materia es negar la aparición de la conciencia y la libertad en el hombre en las que se revela su dimensión espiritual. Ambos fenómenos le sitúan en un plano que no es explicable únicamente por sus componentes materiales, biológicos, químicos o físicos. La ciencia trata sólo de objetos, por lo que el hombre como sujeto queda siempre fuera de ella. La experiencia del propio yo como sujeto libre es siempre distinta de la de un objeto. La riqueza del pensamiento y los sentimientos en el hombre y la búsqueda de sentido, valores y esperanzas en sus comportamientos, la existencia de la belleza, la bondad y el amor, indican la presencia de algo más que la materia comprensible por la ciencia. Más aun, el hombre, desde su dimensión espiritual, también experimenta su apertura a la realidad trascendente de Dios, posibilidad que tampoco puede negarse, a priori, de forma absoluta. La relación con Dios aparece, como ya vimos en el capítulo segundo al hablar del conocimiento religioso, en la experiencia del hombre de su naturaleza espiritual participada y dependiente.

5. Ciencia y fe cristiana. Santos Padres y Edad Media

5.1. Una cuestión previa

UNA pregunta que se ha planteado a menudo es por qué la ciencia moderna se desarrolló primero en el Occidente cristiano y no en otras civilizaciones. En primer lugar, se puede decir que la ciencia nace de las preguntas que el hombre se hace sobre los fenómenos naturales que observa. Podemos así encontrar vestigios de ciencia en todas las culturas, incluso en las que consideramos menos desarrolladas. El tipo de respuestas que el hombre va dando a estas preguntas se va refinando a lo largo del tiempo, hasta llegar a las de la ciencia actual. De esta forma, todas las culturas han desarrollado algún tipo de ciencia. Un momento clave en el desarrollo de la ciencia lo constituye el nacimiento, durante el Renacimiento en Europa en los siglos XVI y XVII, de lo que llamamos la «ciencia moderna». En esa época se plasma la conjunción entre la base empírica de la ciencia proporcionada por observaciones y experimentos y la formalización del conocimiento, especialmente con la ayuda de las matemáticas, que lleva al establecimiento de leyes y teorías. A partir de ese momento, la ciencia adquiere su forma actual, se ha extendido desde Europa por todas las civilizaciones y se ha convertido en un fenómeno verdaderamente global. Si se mira hacia atrás, no se puede menos de reconocer que, de hecho, el nacimiento de la ciencia moderna se dio en un contexto cultural determinado en Europa. Otras culturas, como las de China y la India, son más antiguas y en ciertas épocas estaban más desarrolladas que la de Europa, pero en ellas la ciencia, aunque en algunos casos empezó antes, no llegó a desarrollarse como lo hizo en Europa y se estancó al cabo de un tiempo, sin encontrar el camino correcto. En la antigua

Grecia, verdadera cuna de la ciencia y las matemáticas, el esplendor del que luego la Europa moderna se aprovechará siglos después, tuvo lugar entre los siglos V y II a.C., y se agotó siglos después. El Imperio Bizantino, que heredó la lengua y la tradición griegas hasta su desaparición, con la caída de Constantinopla en manos de los turcos en 1453, no añadió prácticamente nada nuevo. Los árabes conquistaron, a partir del siglo VII, gran parte del Medio Oriente, en el que había florecido la cultura helenista. Una amplia labor de traducción de los textos científicos griegos al árabe impulsó un gran desarrollo de la ciencia árabe, que floreció sobre todo entre los siglos VIII y XIII, para también estancarse después. Es un hecho que sólo en la Europa cristiana, que recibió el legado científico de la antigua Grecia y se aprovechó de las aportaciones de la ciencia árabe, nació y se desarrolló la ciencia moderna a partir del siglo XVI. Los principales representantes del nacimiento de la ciencia moderna, como Copérnico, Kepler, Galileo, Descartes, Boyle y Newton, eran todos creyentes cristianos y dejaron testimonios de ello, como veremos más adelante.

La influencia misma del pensamiento cristiano en el desarrollo de la ciencia es un tema debatido. Acostumbrados, como estamos, más a la idea propagada desde hace algún tiempo por algunos autores del conflicto y a la oposición entre ciencia y religión, como ya hemos visto, cuesta aceptar que el cristianismo fuera en realidad un elemento positivo en el desarrollo de la ciencia. La idea de que precisamente el pensamiento cristiano fue clave en los procesos que desembocaron en el nacimiento de la ciencia moderna fue propuesta ya por el filósofo y matemático Alfred Whitehead, para quien la fe en la posibilidad de la ciencia, es decir, de un conocimiento racional de la naturaleza, actitud previa a su desarrollo moderno, es una derivación implícita ya en la teología cristiana medieval, en la que se hace especial hincapié en la racionalidad del Dios creador que impone sus leyes a la naturaleza, que luego pueden ser conocidas por el hombre¹. Esta tesis ha sido presentada con fuerza, sobre todo, por Stanley Jaki, quien analiza detenidamente el fracaso del desarrollo de la ciencia en las

1. A.N. WHITEHEAD, *Science and the Modern World*, The Free Press, New York 1967 (1ª ed.: 1925), pp. 12-18.

civilizaciones orientales². Para este autor, la regularidad e inteligibilidad del universo, presupuesto de las ciencias, sólo puede alcanzar su confirmación última con la aceptación por la fe cristiana de su creación por un Dios personal y trascendente, fuente de toda racionalidad. En las grandes culturas, en las que la ciencia acabó estancándose con el tiempo (como es el caso, por ejemplo, de China), este fenómeno se debió a su incapacidad para formular claramente la idea de las leyes de la naturaleza. Tal incapacidad nace en parte, según Jaki, de su visión religiosa panteísta, en la que no existe la noción clara de la separación entre el mundo y la divinidad, ni la de un Dios creador y legislador fuente de su racionalidad. Además, en estas tradiciones, la idea de un tiempo cíclico eterno, en el que es imposible toda novedad, termina enervando la posibilidad misma del progreso científico. Jaki opina que, sólo si se toma en serio la idea de un Dios racional creador, se pueden poner las bases de un trabajo científico continuado cuyo éxito futuro esté asegurado. La influencia de la tradición cristiana creacionista en el desarrollo de la ciencia está también documentada en la obra de Christopher Kaiser³, el cual sigue la línea de esta tradición desde los escritos de los Padres de la Iglesia en los primeros siglos del cristianismo hasta los representantes de la física clásica, como Newton, Faraday, Maxwell y Kelvin. Sostiene Kaiser que una fe operacional en Dios creador fue un factor vital en el desarrollo de todas las ramas de la ciencia hasta finales del siglo XIX. En otro sentido, incluso un autor tan poco sospechoso de simpatías por la religión como el biólogo Jacques Monod reconoce, al hablar del nacimiento de la ciencia moderna, que si este acontecimiento, único en la historia de la cultura, se produjo en el Occidente cristiano antes que en el seno de otra civilización, tal vez se deba, en parte, al hecho de que la Iglesia reconocía una distinción fundamental entre el dominio de lo sagrado y el de lo profano⁴.

2. Entre los muchos libros en que se encuentra su pensamiento, destacan los siguientes: S. JAKI, *The Road of Science and the Ways to God*, The University of Chicago Press, Chicago 1978; y *Science and Creation*, Scottish Academic Press, Edinburgh 1986.
3. Ch. KAISER, *Creation and the History of Science*, Marshall Pickering, London 1991.
4. J. MONOD, *El azar y la necesidad*, Barral, Barcelona 1970, p. 188.

Esta postura no es siempre aceptada, y se han propuesto otros factores como determinantes en el nacimiento de la ciencia moderna, tales como, por ejemplo, la situación cultural, política y aun geográfica de la Europa del Renacimiento. Sin embargo, el motivo por el que una civilización tan antigua y floreciente como la de China no llegó a desarrollar la ciencia en el sentido moderno sigue siendo un problema debatido. Aunque no se acepte por completo la tesis de Jaki en su sentido fuerte, no cabe duda de que ha existido una estrecha y compleja interacción entre el pensamiento cristiano y el desarrollo de la ciencia en Occidente a lo largo de los siglos, desde los inicios mismos del cristianismo. Es importante recordar que entre los siglos II y VI, en el contexto cultural del Imperio Romano, los autores cristianos incorporaron elementos de la filosofía griega al pensamiento teológico. Éste fue un paso importante, como veremos más adelante, que puso en contacto a los pensadores cristianos con la ciencia griega. Durante la Edad Media, en la que la Iglesia tenía una posición cultural dominante y una función rectora en las universidades europeas, la exigencia —previa a los estudios de teología— de una formación filosófica en la que la filosofía de la naturaleza, basada sobre todo en los textos de Aristóteles, ocupaba un puesto importante, fue un elemento determinante para el desarrollo futuro del conocimiento sobre el mundo. En la conjunción entre teología y ciencia es fundamental la idea cristiana de la creación, que afirma a la vez un mundo creado con leyes, cognoscible por la razón, y al mismo tiempo contingente, es decir, que pudo haber sido hecho de otra forma. Estas ideas fomentaron el estudio, a la vez racional y experimental, de la naturaleza, ya que, si el mundo es contingente, sólo puede ser conocido por su observación. Esto contrasta con el pensamiento griego, sobre todo de Aristóteles, de un mundo necesario y enteramente cognoscible a partir de unos primeros principios. Los pensadores cristianos reconocieron pronto que, además del libro de la revelación (la Biblia), por el que Dios se había comunicado a los hombres, había que leer además el libro de la naturaleza, donde también se descubría su presencia. Aunque no siempre se reconoce, estas ideas formaron el sustrato sobre el cual se desarrollaría más tarde la ciencia moderna.

5.2. Interacción entre fe cristiana y filosofía y ciencia griegas

Durante cinco siglos, la fe cristiana se extendió lentamente por el mundo greco-romano, prohibida y perseguida, al principio en el Imperio Romano, hasta que fue reconocida por el emperador Constantino en el año 313. El cristianismo se fue convirtiendo, poco a poco, en la religión mayoritaria, y en el 392 fue proclamada como la religión oficial del Imperio por un edicto del Emperador Teodosio. Durante este tiempo, el cristianismo entró en contacto con la filosofía y la ciencia griegas, en especial con las ideas platónicas, aristotélicas y estoicas. La predicación del mensaje cristiano se abrió pronto al mundo pagano, de fuerte influencia helenista. Hacia el año 50, San Pablo tuvo ya en el areópago de Atenas su célebre discurso dirigido a un auditorio griego, en el que se aprovecha de una cita de un poeta pagano. Las actitudes de los primeros autores cristianos frente a la filosofía y la ciencia griegas son muy variadas y se extienden desde el rechazo absoluto hasta su aceptación más o menos matizada. Mientras unos consideran que el saber de los autores paganos no tiene ninguna utilidad para un cristiano, otros reconocen que puede contribuir a la comprensión de las verdades de la fe. Esta segunda postura se va generalizando con el tiempo, y la filosofía se convierte, poco a poco, en una ayuda para la teología cristiana⁵.

La postura negativa con respecto al pensamiento griego parte de la consideración de que la filosofía pagana no puede aportar nada a la fe cristiana. El autor más radical en este sentido es Tertuliano (150-225), que formuló su famosa y repetida frase: «¿Qué tiene que ver Atenas con Jerusalén? ¿Qué concordia puede haber entre la Academia y la Iglesia? ¿Fuera con todos los inten-

5. Las posturas de los Padres de la Iglesia respecto de la filosofía y la ciencia griegas pueden encontrarse en E. GRANT, *Science and Religion 400 B.C. to A.D. 1550. From Aristotle to Copernicus*, Greenwood Press, Westport, Conn., 2004, cap. 4: «The first six centuries: Christian attitudes toward Greek philosophy and science»; D.C. LINDBERG, «Science and the Early Church», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS, *God and Nature. Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, University of California Press, Berkeley, Cal., 1986, pp. 19-48; G. MINOIS, *L'Église et la science. Histoire d'un malentendu*, vol. 1: *De Saint Augustin à Galilée*, caps. 1-3, Fayard, Paris 1990.

tos de producir un cristianismo mezclado con doctrinas estoicas y platónicas y una composición dialéctica!»⁶. Según él, los cristianos deben mantener su doctrina libre de toda contaminación y preocuparse tan sólo de su salvación. Sin embargo, a pesar de esta aparente postura radical, el mismo Tertuliano fue influido por las ideas estoicas y defendió que algunas verdades religiosas, como la existencia de Dios y la inmortalidad del alma, se pueden conocer por la razón natural. Un autor más tardío, del ámbito de la cultura latina del norte de África, Lactancio (250-325), siguió esta línea y dejó muy clara en su obra una verdadera hostilidad hacia la filosofía y la ciencia. Según él, «hay hombres tan temerarios, a los que el pueblo llama “filósofos”, que buscan penetrar en las cosas que Dios ha querido dejar ocultas y secretas, para querer llegar a conocer la naturaleza de las cosas celestes y terrestres»⁷. Sus propios conocimientos científicos eran muy escasos y se basaban en los enciclopedistas latinos, como Plinio y Séneca. Su actitud negativa le llevó a defender la imagen del mundo natural presente en la Biblia literalmente interpretada, negando entre otras cosas la redondez de la Tierra.

Esta actitud no fue la más generalizada, y los autores cristianos vieron enseguida en la filosofía griega muchos aspectos positivos que podían servir de ayuda y preparación a la fe. Esta actitud positiva está presente ya en uno de los Padres de la Iglesia más antiguos, Justino (100-165), quien regentó una escuela de filosofía en Roma y llegó a considerar a Sócrates como un cristiano antes de Cristo, y la doctrina de Platón compatible con el cristianismo. Una postura semejante fue la de Orígenes (184-254), que consideraba la filosofía como preparación y ayuda al cristianismo y llegó a decir que incluso la astronomía y la geometría son útiles para la interpretación de las Escrituras. Reconoció, sin embargo, que la filosofía y la palabra de Dios no están siempre en armonía. Esta postura positiva había tenido un precursor en el autor judío Filón de Alejandría (20 a.C. - 47 d.C.), que tuvo bastante influencia en los primeros autores cristianos. Consideraba necesaria la filosofía para comprender las Escrituras y fue el pri-

6. *De praescriptione haereticorum*, cap. 7.

7. *Opus Dei creatoris*, 1, 213.

mero en establecer una relación entre la Sabiduría divina de la Biblia y el Logos platónico.

El primer autor cristiano con una actitud más favorable a la filosofía y la ciencia griegas es Clemente de Alejandría (150-219), quien acuñó por primera vez el término explícito de la filosofía como «ayuda o sierva de la teología» (*philosophia ancilla theologiae*)⁸. Esta postura se convertirá en la doctrina generalmente aceptada por los autores cristianos. A la pregunta de si un cristiano debe filosofar contesta con un sí inequívoco. Según él, la filosofía sirvió a los griegos, antes de la venida de Cristo, para vivir justamente, y ahora se puede considerar como una formación preparatoria para aquellos que se acercan a la fe a través de las demostraciones de la razón. Para él, la filosofía es, por tanto, una preparación para el camino que se perfecciona en Cristo, promueve la virtud y es obra de Dios. La alta opinión que Clemente tenía de la filosofía se refleja en su dicho de que la filosofía es el estudio de la sabiduría, y la sabiduría es el conocimiento de las cosas divinas y humanas y sus causas. Para justificar el uso de los filósofos paganos por parte de los cristianos, Clemente propuso, lo mismo que otros autores cristianos de su época, que la doctrina de estos filósofos tenía en realidad sus raíces en los libros del Antiguo Testamento. Si los filósofos griegos habían tomado sus ideas de los escritores judíos, los cristianos bien podían utilizarlas. Aunque naturalmente falsa, esta idea contribuía a mirar con menor sospecha a los filósofos paganos.

5.3. Comentarios al Génesis

Un punto de contacto importante de la fe cristiana y la filosofía natural de los autores griegos tiene lugar en los comentarios escritos sobre la doctrina de la creación presente en el comienzo del libro del Génesis. Al tratar de explicar la creación del mundo, los autores cristianos no podían eludir la imagen del mundo de la ciencia griega que se había extendido y era aceptada por todo el

8. «La filosofía sierva de la teología» es el título de uno de los capítulos de su obra *Stromata*.

mundo grecorromano. Esta imagen se basa en la cosmología griega desarrollada sobre todo en la astronomía, que culmina en las obras de Hiparco y Ptolomeo y la física de Platón y Aristóteles. El universo griego era un universo esférico, finito, limitado por la esfera de las estrellas fijas, geocéntrico, con todos los astros girando alrededor de la Tierra. Los astros estaban situados en esferas de un material especial rígido y cristalino, el éter, que transmitían el movimiento desde una primera esfera, la más externa, que mueve todas las demás, pero ella misma no es movida. El universo se dividía en dos regiones distintas, la terrestre, limitada por la esfera de la Luna, y la celeste, formada por todas las esferas de los demás planetas y el Sol hasta la esfera de las estrellas fijas. El mundo terrestre era el lugar del cambio, la generación y la corrupción, mientras el celeste era inmutable e incorruptible, tan sólo sujeto a movimientos circulares. La descripción matemática de este modelo, como aparece en la síntesis astronómica de Ptolomeo, permitía la predicción de las posiciones y movimientos de los astros vistos desde la Tierra con bastante precisión. La descripción física del mundo incorporaba elementos de la física, sobre todo de Aristóteles. Las dos doctrinas filosóficas dominantes del pensamiento griego, la de Platón y la de Aristóteles, presentaban dos visiones distintas con respecto al origen del universo. La doctrina del origen del mundo de Platón, contenida sobre todo en su diálogo *Timeo*, presenta cómo Dios (el demiurgo) ordena el universo a partir de una materia preexistente, tomando como modelo el mundo de las ideas. Para Aristóteles, por el contrario, el universo es eterno y necesario, sin principio ni fin. No es de extrañar que los autores cristianos se decantaran por la doctrina platónica, en la que encontraban una cierta idea de creación, aunque con la necesidad de modificarla en aquellos aspectos que no encajaban con la doctrina cristiana. En primer lugar, hay que reconocer que este modelo esférico del universo no concuerda con el modelo bíblico del Antiguo Testamento, que refleja la antigua cosmología mesopotámica y consiste en una tierra plana con un cielo o firmamento como bóveda, donde están situados los astros.

Los escritos de comentarios a la obra de la creación según los primeros capítulos del Génesis se conocen como la tradición «hexaemeral», palabra tomada del griego por los seis días de la

creación. El primer escrito de esta tradición, en la que se da ya una interpretación según la filosofía griega, es obra del autor judío ya mencionado Filón de Alejandría. En su obra sobre la creación (*De opificio mundi*), Filón se plantea preguntas como, por ejemplo, si el mundo ha tenido un comienzo; si se creó de una materia preexistente o si Dios también creó la materia; y si la creación duró seis días o se produjo fue toda de una vez. Este tipo de preguntas será también el que los autores cristianos tratarán de responder. Filón sigue muy de cerca la doctrina platónica; incluso admite la materia preexistente y apenas recoge ninguna influencia aristotélica. Los autores cristianos, que conocen la obra de Filón, tienen una postura más ecléctica, con influencias también de Aristóteles y la filosofía estoica.

El autor más influyente del ámbito griego es Basilio de Cesarea (329-379), que en su juventud había recibido una esmerada formación filosófica en Constantinopla y Atenas y era un buen conocedor de Platón y Aristóteles. Su comentario al Génesis, conocido como *In hexaemeron* (Sobre los seis días), fue originariamente una colección de nueve homilías. En él reconoce Basilio que la creación debe explicarse teniendo en cuenta lo que la ciencia y la filosofía nos dicen sobre la naturaleza del mundo material. Rechaza la interpretación alegórica del texto y se atiene a su significado literal. Su preocupación por las explicaciones de la ciencia se limita a considerarla útil para esclarecer lo que menciona el texto de la Biblia, y considera ajeno a su interés el entrar en los temas que allí no se encuentran, como, por ejemplo, la forma de la tierra. Al hablar de los animales, tiende a descubrir en ellos cualidades de las que puede sacar conclusiones moralizantes. Esta actitud se encontrará más tarde bastante extendida entre los primeros autores medievales. Al considerar las distintas explicaciones dadas por distintos autores a los mismos fenómenos, Basilio concluye que la ciencia es incapaz de desvelar los secretos del universo. La gran limitación que encuentra en los sabios de la antigüedad que han tratado de resolver muchos de los problemas de la naturaleza es que no han sido capaces de descubrir a su creador, que es el que ha de juzgar las vidas de los hombres.

La explicación del primer versículo del Génesis, «En el principio creó Dios el cielo y la tierra», le lleva a considerar una serie de problemas que se plantearán también los autores cristianos

posteriores, tales como: ¿Fue la creación algo instantáneo o se extendió durante un periodo indeterminado de tiempo? ¿Es la naturaleza de los cielos distinta de la de la tierra? ¿Qué significa el firmamento y las aguas que están por encima y por debajo de él?... Basilio rechaza, por un lado, la eternidad del mundo, aunque no menciona a Aristóteles, y, por otro, la existencia de una materia increada a partir de la cual se ordena el cosmos, como pretende Platón. La doctrina de la creación choca, por tanto, con algunos presupuestos de la filosofía natural griega. Basilio no está interesado por la ciencia en sí, sino como una ayuda para esclarecer el sentido de la Escritura. Se mantiene, por tanto, en la tradición de la filosofía como ayuda a la teología, que ya hemos visto en Clemente de Alejandría. Sin embargo, la explicación de la doctrina de la creación le lleva a considerar las doctrinas presentadas por los autores griegos, aceptando la forma esférica del universo centrada en la tierra, y a refutar algunas de sus propuestas, como la eternidad del mundo y la incorruptibilidad de la región celeste.

El autor más importante en la tradición latina es, sin lugar a dudas, Agustín de Hipona (354-430). Nacido en Tagaste, en el norte de África, tuvo una cuidada educación y fue primero profesor de retórica en Cartago, Roma y Milán, y después obispo de Hipona. San Agustín se entregó a una búsqueda apasionada por la verdadera filosofía que le llevó primero al maniqueísmo, y luego al neoplatonismo, hasta encontrarla, como nos relatan sus *Confesiones*, en la fe cristiana. Aunque diseminada entre muchas de sus obras, su doctrina sobre la creación y la consiguiente relación entre filosofía y teología se encuentra, sobre todo, en su comentario al libro del Génesis titulado *De Genesi ad litteram* (Sobre el Génesis a la letra), dividido en 12 libros dedicados a los tres primeros capítulos del Génesis. Con anterioridad había escrito otro comentario que dejó incompleto y que empieza con estas iluminadoras palabras: «Sobre los secretos de las cosas naturales, que juzgamos hechas por Dios, omnipotente artífice, se ha de tratar no afirmando, sino buscando». Esta actitud de búsqueda está presente en toda su obra y nos acerca a la actitud que pensamos debe adoptar todo hombre frente a la verdad. Agustín comienza su obra afirmando que el texto de la Escritura ha entenderse en sentido literal y no figurado o alegórico; luego sigue la línea de

Basilio, cuya obra conoce, y defiende que la lógica y la razón deben usarse para explicar la fe, ya que ambas son instrumentos esenciales para entender las verdades cristianas y la creación del mundo por Dios. De esta forma, afirma que, si los filósofos, sobre todos los platónicos, han dicho algo verdadero y en consonancia con nuestra fe, no debemos tenerles miedo, sino que debemos reclamar para nuestro uso lo que ellos han dicho. Mantiene la importancia para el cristiano de las verdades de la fe por encima del conocimiento de la naturaleza, de forma que no debemos sentir vergüenza si se ignoran «las propiedades y elementos de la naturaleza, el movimiento ordenado y la deriva de las estrellas, el mapa de los cielos, las especies y naturaleza de los animales, plantas, minerales, fuentes, ríos y montañas, las divisiones del espacio y el tiempo, los signos de las tormentas y otras cosas que los físicos conocen o creen conocer». Sin embargo, llama la atención que el cristiano no debe, apoyándose en la Escritura, defender opiniones que la ciencia ha demostrado no ser ciertas. Así, nos dice: «acontece muchas veces que un no cristiano conoce por la razón algunas cosas de la tierra, del cielo y de los demás elementos de este mundo, del movimiento, el giro, la magnitud y la distancia de los astros, de los eclipses del sol y de la luna... Es vergonzoso y debe ser evitado que un cristiano así delire al hablar de estas cosas como fundamentado en las Escrituras y yerre totalmente, dando ocasión a la risa. Cuando en las cosas que perfectamente conocen los infieles han hallado en error a algunos cristianos que afirman haber sacado estas sentencias de los libros sagrados, ¿cómo van a creer en nuestros libros cuando hablan de la resurrección de los muertos, la esperanza de la vida eterna y el reino de los cielos?»⁹. De este modo reprende Agustín a los que hacen afirmaciones sobre el orden de la naturaleza aduciendo textos de la Escritura y exponiendo al descrédito a la fe cristiana. Aun hoy, no nos viene mal atender a esta indicación. Y añade que, cuando se critica lo consignado en la Escritura como algo «tosco y sin ciencia», se olvida que ha sido dicho para «alimentar a los corazones piadosos» y no para enseñar filosofía. Deja claro, por tanto, que no se ha de buscar en la Escritura el conocimien-

9. *De Genesi ad litteram*, 1, 19, 39 y 1, 20, 40.

to de la naturaleza, y puede verse aquí ya un primer reconocimiento implícito en el pensamiento cristiano de la autonomía de la ciencia.

La explicación del texto del Génesis le lleva a Agustín a tratar algunos temas que tendrán una larga tradición en autores cristianos posteriores. Afirma que Dios creó el mundo de la nada y, por tanto, la no existencia de una materia sin forma anterior a la creación de las cosas. Dios creó conjuntamente la materia y las cosas en las que la informó. Se plantea si Dios creó todas cosas al mismo tiempo o a intervalos de días, respondiendo que las dos cosas son ciertas, que todas las cosas fueron creadas a la vez y, sin embargo, lo fueron en seis días¹⁰. Esta pregunta le lleva a desarrollar su pensamiento sobre las «raciones seminales», según el cual todas las cosas fueron creadas en el primer momento (*in principio*) como en «semillas», que se desarrollaron después a lo largo de los seis días. Esto indica que Dios proporcionó a la naturaleza una capacidad para su propio desarrollo que hoy podríamos interpretar en la forma de un universo evolutivo, aunque no era éste, naturalmente, el sentido dado por él. Agustín considera a lo largo de su exposición numerosos temas sobre el universo físico, siempre subordinados a la explicación del texto de la Escritura, y así acepta, como ya lo había hecho San Basilio, la forma esférica del universo, de acuerdo con el pensamiento griego, pero no dice nada de la forma de la tierra. Hay que tener en cuenta que, en este punto, se acepta ya algo que contradice el sentido literal de la Escritura. El tema del tiempo le preocupó mucho; propuso que Dios creó el tiempo junto con las cosas, y así no podemos buscar un tiempo antes de la creación. El mundo no es, por tanto, hecho en el tiempo, sino con el tiempo. El tiempo mismo no existe fuera de las cosas y ha sido creado junto con el mundo. Al misterio del tiempo y nuestra apreciación del mismo dedicó una amplia discusión en sus *Confesiones*¹¹. Ante la pregunta ¿qué hacía Dios antes de crear el cielo y la tierra?, responde finalmente que no puede haber tiempo sin criaturas. A la dificultad de medir el tiempo responde que éste sólo puede sentirse y medirse cuando

10. *Ibid.*, 34, 53 y 54.

11. *Confesiones*, 9, 10-31.

está pasando, cosa que no puede hacerse una vez que ya ha pasado, porque no existe. Su pensamiento sobre el tiempo sigue aún hoy suscitando interés, cuando la nueva física relativista nos ha cambiado nuestra concepción del tiempo. El pensamiento de Agustín ha tenido y sigue teniendo un enorme influjo en la teología y la filosofía cristianas hasta nuestros días.

Un autor cristiano más tardío del ámbito griego y menos conocido es Juan Philopono (490-570), que enseñó en la escuela neoplatónica de Alejandría y compuso, entre otras muchas obras, varios comentarios sobre los libros de filosofía natural de Aristóteles y una obra sobre la creación (*De Opificio mundi*). La importancia de este autor consiste, sobre todo, en su crítica a la filosofía de Aristóteles, que tuvo mucha influencia en la Edad Media. Entre otros temas, niega la eternidad del mundo y la distinta naturaleza de los mundos celeste y terrestre, y hace un original análisis del movimiento. El primer tema le lleva a una discusión filosófica sobre el significado del infinito y las sucesiones infinitas en el tiempo, para llegar a la necesidad de la creación por Dios de la nada. Al tratar de la relación entre la ciencia y la filosofía griegas y el pensamiento cristiano, Philopono, cuyo discurso es ya plenamente filosófico, puede ser considerado uno de los primeros autores cristianos que aceptan la autonomía de la filosofía natural, preanunciando a los autores medievales.

En conclusión, la necesidad de explicar la doctrina sobre la creación y los textos del Génesis obligó a los primeros autores cristianos a considerar las ideas y propuestas de la filosofía y la ciencia griegas. En particular, entran en confrontación con las doctrinas de Platón y Aristóteles y sus comentaristas. Las primeras reacciones de un rechazo total de la filosofía pagana se ven substituidas enseguida por su incorporación crítica, en la que la filosofía se considera como una ayuda de la teología, que nace como una reflexión racional sobre las verdades de la fe. Poco a poco, el mismo pensamiento filosófico, explicado en clave cristiana, va adquiriendo una mayor autonomía.

5.4. Primeras obras científicas de autores eclesiásticos

La caída del Imperio Romano en el año 476 supuso un cataclismo histórico y cultural en Occidente sin precedentes, que afectó también a la relación entre la ciencia y el pensamiento cristiano. Las distintas invasiones de los pueblos bárbaros, contenidos durante siglos al este del Rin, arrasaron las estructuras políticas, sociales y culturales romanas. Poco a poco, éstas fueron sustituidas por los nuevos reinos, cuyas clases dirigentes estaban formadas por miembros de los pueblos invasores (godos, francos, germanos, etc.) de un bajo nivel cultural. Convertidos estos pueblos al cristianismo, la Iglesia quedó como el único elemento civilizador y trató de conservar los restos que pudo de la cultura grecorromana, entre ellos la lengua latina como lengua culta de toda Europa. Con respecto a la ciencia, los nuevos reinos de Europa partían de la penuria que había resultado del poco interés de Roma por la ciencia. Los grandes textos de la ciencia griega, tales como los de Euclides, Arquímedes, Apolonio y Ptolomeo, nunca habían sido traducidos al latín, con lo que en esta lengua, la única todavía utilizada en Occidente como lengua culta, sólo se tenía acceso a las obras enciclopédicas romanas, en especial las de Plinio el Viejo y Séneca, de no excesiva calidad científica. En esta nueva situación, el primer cambio que se observa es que la ciencia ya no se percibe como vinculada a la filosofía pagana ni se considera tan sólo como una ayuda para la teología, sino que empieza a ser estimada en sí misma. Dos autores, altos funcionarios de la corte del rey ostrogodo Teodorico, se pueden considerar como el enlace entre el desaparecido mundo romano y el naciente de los nuevos reinos. Boecio (470-524), que había estudiado en Atenas, conocía el griego, tradujo al latín algunas obras como otras tantas partes de la geometría de Euclides y la aritmética de Nicómaco e insistió en la importancia de la razón y el estudio de la filosofía en sí misma. En su obra *Institutiones* presenta un compendio de las siete artes liberales, fundamento del sistema educativo romano. Aparece aquí una muestra del nuevo interés en los autores cristianos por la educación, que va a marcar esta nueva época de relación entre ciencia y cristianismo. En Boecio encontramos ya resaltada la importancia de la razón en sí misma desligada de su función como ayuda a la teología. Casiodoro (490-

585), que se retiró al final de su vida a un monasterio, influyó sobre todo en la dedicación a las artes y ciencias en los nacientes monasterios. En su obra *De artis ac disciplinis* (Sobre las artes y las disciplinas) estructuró para las escuelas cristianas los estudios del tradicional programa del trivio y el cuadrivio romanos. Este programa se convertirá en la base de los estudios medievales, establecidos prácticamente bajo dirección eclesiástica y monástica. El cuadrivio consistía en el estudio de la geometría, la aritmética, la astronomía y la música, con lo cual, aunque en un nivel elemental, las ciencias matemáticas formaban parte del programa propuesto para las escuelas. Esto indica cómo la Iglesia empieza a estimar el saber secular en sí mismo, no sólo como una ayuda para la teología, y echa las primeras bases de su labor educacional.

El autor más importante, que presenta ya los conocimientos sobre la naturaleza sin relación con la teología es Isidoro, obispo de Sevilla (560-636). Su obra principal, *Etimologías*, pretende ser un compendio de todo el saber de la época basado sobre todo en los autores latinos Plinio, Séneca y Lucrecio¹². De los 20 libros en que se divide la obra, son de especial interés, por tocar temas de matemáticas y ciencias naturales, el libro 3, sobre matemáticas, dividido en geometría, aritmética, astronomía y música; el 13, sobre el universo; el 14, sobre la tierra y la geografía; y el 16, sobre minerales y metales. Sostiene Isidoro que el universo es esférico y está dividido en siete esferas, que corresponden a los planetas, el sol y la luna; pero no tiene muy clara la forma de la tierra, que asemeja a una rueda. Isidoro es el primer autor cristiano que relaciona claramente la doctrina de la creación con el sistema planetario griego. Es interesante destacar que, al hablar del universo, dedica una parte a hablar de los átomos, que, «según los filósofos», son las «partes de los cuerpos que no admiten una ulterior división». Añade, curiosamente, la existencia de los átomos del tiempo, intervalos temporales que ya no pueden dividirse más, así como los átomos en los números (la unidad) y en las palabras (las letras). Llama la atención esta referencia, ya que la obra de los

12. ISIDORO DE SEVILLA, *Etimologías* (edición bilingüe preparada por J. Oroz Reta y M.A. Marcos Casquero), Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid 1983.

atomistas, como Epicúreo y Lucrecio, se consideraba como atea. Un tratado más breve es el titulado, *De rerum natura* (Sobre la naturaleza de las cosas), dedicado al rey Sisebuto, donde resume los conocimientos que había podido recoger sobre la naturaleza de los autores latinos ya citados¹³. Es un texto más conciso que el de las *Etimologías*, dedicado sólo a cuestiones de la naturaleza y dividido en tres partes: cronología; cosmografía y astronomía; y fenómenos del mundo sublunar, o meteoros. En la dedicatoria expresa las reiteradas peticiones que le había hecho el rey para que le declarase algunas particularidades de la naturaleza de las cosas y de sus causas; y añade: «Notamos todas estas cosas como las consignaron los varones antiguos, prefiriendo lo que escribieron los autores católicos. Porque no es una cosa ociosa ni supersticiosa conocer la naturaleza de las cosas, si se considera la doctrina sana y sobria». Se trata, pues, por primera vez de obras en las que las ciencias naturales son consideradas en sí mismas, aunque no deja de haber referencias a las Escrituras y a autores eclesiásticos para su interpretación. Las obras de Isidoro tuvieron una gran difusión por toda Europa.

El segundo autor, un siglo más tarde, es Beda el Venerable (672-735), exponente del floreciente monacato inglés, que tuvo en esta época una gran expansión. Beda compuso una obra breve con el mismo título que la de Isidoro (*De rerum natura*), en la que trataba aproximadamente los mismos temas. De los 51 capítulos cortos en que se divide la obra, 19 son de astronomía; 13 tratan sobre los llamados «meteoros» (cometas, vientos, rayos, nubes, etc.); 7 sobre océanos y mares; y 7 sobre la tierra. Describe la forma esférica del universo, las órbitas de los planetas, el sol y la luna, y la forma de la Tierra, ya claramente esférica (*Terram globo similem*: la Tierra semejante a un globo), dando ya la prueba por la observación de la variación de la altura de las estrellas con la variación de la latitud. De esta forma, se acepta totalmente por un autor cristiano el modelo cosmológico griego esférico y geocéntrico, que, como ya vimos, no es el que presenta la Biblia. Comienza con la creación del mundo de la nada y la definición

13. ISIDORO DE SEVILLA, *De natura rerum* (estudio, análisis y traducción de Antonio Laborda), Instituto Nacional de Estadística, Madrid 1996.

de dicho mundo como el conjunto de todo cuanto existe en el cielo y en la tierra. Propone la teoría de los cuatro elementos –tierra, agua, aire y fuego– distribuidos de forma esférica, pero niega que los cielos estén hechos de un quinto elemento distinto, sino de un fuego sutil. El texto es muy conciso, y no hay en él ninguna cita de la Escritura. Debido a esa concisión, pronto aparecieron glosas y escolios a dicho texto, como las glosas de Bridferth, de la Abadía de Ramsey (siglo X). Beda compuso también dos obras sobre el calendario, *De Temporibus* (Sobre los tiempos) y *De temporum ratione* (Sobre la ordenación de los tiempos), en las que aparecen elementos de astronomía y cronología. En la segunda hay una descripción de las mareas, con datos de observación, y se atribuye correctamente este fenómeno a la influencia de la Luna. Estas dos obras nacen del problema de la determinación de la fecha de la Pascua, que se rige por el calendario lunar judío, que preocupaba a las autoridades eclesiásticas y las obligó a interesarse por la astronomía. Las obras de Isidoro y Beda tuvieron una amplia difusión en Occidente y constituyen ya obras en las que la ciencia, aunque reducida a los limitados conocimientos de los enciclopedistas latinos, es ya aceptada por sí misma en los ambientes cristianos.

Hacia 748 tiene lugar el primer conflicto entre una proposición de carácter científico y una decisión de la autoridad eclesiástica. El problema se plantea al tratar de la posibilidad de la existencia de habitantes en las antípodas, y supone ya la aceptación de la forma esférica de la tierra.

Virgilio, monje irlandés y conocedor de la obra de Beda, defendió la posibilidad de la existencia de los mencionados habitantes. Bonifacio, obispo de Maguncia y de gran influencia en esta época, consideró herética esta doctrina, ya que tales habitantes no podían descender de Adán. El Papa Zacarías la declaró contraria a las Escrituras.

Esta condena no debe interpretarse como una condena del carácter esférico de la Tierra, como a veces se ha hecho, sino como una defensa de la unidad del género humano descendiente de Adán. De todas formas, la condena no tuvo consecuencias, ya que Virgilio fue consagrado obispo de Salzburgo en 764 y canonizado en 1233.

5.5. Creación de escuelas y universidades

Un elemento muy importante en la relación entre ciencia y fe cristiana en los nuevos reinos surgidos después de la caída del Imperio Romano es la de la fundación de las primeras escuelas monásticas y catedralicias para la educación de los jóvenes y la formación de los futuros clérigos. Dichas escuelas nacen espontáneamente junto a los monasterios y las catedrales, y en ellas se echaron las bases de una labor educacional que sigue siendo un elemento importante en la labor de las iglesias cristianas. En los monasterios, en los que se va extendiendo la regla de San Benito, otra actividad fue la copia de manuscritos, que se convirtió en una de sus labores más importantes y condujo a la creación de florecientes bibliotecas y a la preservación del patrimonio bibliográfico de la antigüedad. La mayoría de los manuscritos que se conservan hoy de las obras de autores latinos son, en realidad, copias hechas en los monasterios. Incluso obras tenidas por ateas, como la de Lucrecio, fueron copiadas en los monasterios y conservadas en sus bibliotecas. Esta labor favoreció la conservación del saber de la antigüedad en unos siglos en los que el interés social por las letras y las ciencias era prácticamente inexistente. En el año 900, Carlomagno, que se había hecho coronar como el iniciador del nuevo Imperio Romano-Germánico, decreta la creación de escuelas y encarga su organización a Alcuino de York (135-804), un monje inglés que establece para los estudios elementales los programas del trivio y el cuadrivio, ya clásicos en las escuelas romanas. En 1074, el papa Gregorio VII dio un decreto similar para la formación tanto del clero como de los seglares. En estos programas, la lógica se convierte en la base de todos los estudios y se incluyeron los estudios de la geometría, la aritmética y la astronomía. Las obras de Boecio, Casiodoro, Isidoro y Beda se convirtieron en verdaderos libros de texto. Y en ellas, como ya hemos visto, a pesar de sus muchas deficiencias, se presenta ya un saber totalmente secular separado de la teología.

El fenómeno más importante en la alta Edad Media, que va a tener un profundo influjo en el desarrollo de la ciencia, es la creación de las universidades.

A partir del siglo XII, las escuelas eclesiásticas, cuyo origen se puede remontar hasta el siglo IX, se convierten en universidades.

Este paso se da con la creación de instituciones dedicadas a estudios superiores, después de los estudios del cuadrivio, en materias como filosofía, teología, derecho y medicina. El primer nombre que reciben es el de *Studium* (estudio), y si tenían más de una facultad, *Studium generale* (estudio general), para indicar la diversidad de disciplinas impartidas. Más tarde reciben, finalmente, el nombre de «universidades», refiriéndose con este nombre, que hoy perdura, al conjunto de profesores y alumnos (*universitas magistrorum et scholarium*). Esta designación refleja la nueva organización académica siguiendo el estilo de los gremios medievales, que incluían a maestros y aprendices de un mismo oficio, como carpinteros, herreros o tejedores. De esta forma, la universidad medieval supera el esquema de las antiguas instituciones de enseñanza, basadas en la relación entre maestro y discípulo, dando un mayor protagonismo a los estudiantes. En la creación de las universidades desempeña un papel decisivo la Iglesia, ya que nacen de las escuelas catedralicias y monásticas, y en ellas los eclesiásticos ocupan un lugar predominante. Las primeras de entre ellas son las de Bolonia (1100), París (1150), Oxford (1168), Cambridge (1209) y, en España, Salamanca (1242). La universidad de París adquirió pronto un gran prestigio y, con el apoyo de papas y reyes, se convirtió en un gran centro académico al que acudían alumnos de toda Europa. Los estudios superiores estaban divididos en cuatro facultades: Artes o Filosofía, Teología, Medicina y Derecho.

En las universidades medievales, el primer título superior que se otorgaba era el de *Magister Artium* (Maestro en Artes), que daba la facultad de poder enseñar en cualquier lugar. Los estudios conducentes a este grado eran los de filosofía, dentro de la cual ocupaba un lugar preeminente la «filosofía natural», término que incluía entonces lo que hoy conocemos como «ciencias naturales». Los que querían proseguir sus estudios en teología, medicina o derecho tenían que pasar primero por los cursos de filosofía. De esta forma, los futuros teólogos debían tener previamente una sólida base filosófica y científica, y en muchos casos haber ejercido la docencia en estas materias, situación que en gran parte, desgraciadamente, se ha perdido hoy. Esta unión entre los estudios de filosofía y teología en las universidades sirvió para fomentar los estudios filosóficos entre los eclesiásticos y, al mismo

tiempo, para dar importancia a su cultivo entre ellos. Tal situación fue muy importante para la relación entre ciencia y pensamiento cristiano en esta época.

5.6. Relación entre teología y filosofía

Al principio, los estudios en las universidades estaban orientados hacia la teología, de la que la filosofía, como hemos visto ya en los Padres de la Iglesia, se consideraba como un estadio previo y una ayuda. Esta consideración fue cambiando poco a poco, y la filosofía fue adquiriendo su propia autonomía. Dentro de ella, y como una parte importante, se encontraba la filosofía natural, en la que se incluían los contenidos de lo que hoy consideramos «ciencia», es decir, el estudio racional de la naturaleza. Hasta el siglo XIII, la influencia filosófica más fuerte es la de la escuela platónica y neoplatónica, a través de autores cristianos como Basilio y Agustín. En esta primera época se formaliza, partiendo de la tradición de los Padres de la Iglesia, que ya hemos visto, el uso de la razón en la teología. En el siglo XI, Anselmo, obispo de Canterbury (1033-1109), acuña la definición de teología como «la fe que busca comprender» (*Fides quaerens intellectum*), que aún hoy se considera como la mejor definición de esta disciplina. Anselmo insistió en la necesidad del uso de la lógica para explicar las verdades de la fe, y a él se deben los primeros argumentos basados en la pura razón para probar la existencia de Dios. Como él dice: «Por la fuerza de la razón y en la luz de la verdad». El más famoso de estos argumentos, el llamado «argumento ontológico», cuya validez será objeto de un larguísimo debate, se fundamenta en que nuestro concepto de Dios como el ser más perfecto implica necesariamente su existencia. Prescindiendo ahora de la validez del argumento, es importante ver cómo con él se da a la razón una autonomía, impensada hasta entonces, incluso para establecer verdades del ámbito religioso. Un defensor aún más antiguo de esta autonomía fue Juan Scoto Erígena (810-877), monje irlandés afincado en la corte de Francia, quien ya sostenía que la verdadera autoridad procede de la razón, y la razón no tiene su origen en la autoridad ni necesita ser confirmada por ella. Scoto Erígena buscó con su obra *De divisione naturae* (Sobre la

división de la naturaleza) presentar un sistema completo de la descripción del universo, en el que trata de reconciliar la doctrina emanantista de autores neoplatónicos con la de la creación cristiana. Sus obras fueron condenadas, después de su muerte en 1225, por sus connotaciones panteístas. Pedro Lombardo (1100-1160), autor de *Sententiarum Libri IV* (Los cuatro libros de las sentencias), libro de texto en la facultades de teología durante más de un siglo, consagró la distinción en la acción de Dios entre la «potencia absoluta» y la «potencia ordenada». La primera reconoce en los milagros las intervenciones extraordinarias de Dios en la naturaleza, mientras que la segunda se refiere a la secuencia normal de causas y efectos naturales y es el fundamento teológico del conocimiento natural de la naturaleza. De acuerdo con la actuación de Dios a través de su potencia ordenada, la naturaleza tiene un comportamiento regular que puede observarse y del que se pueden deducir las leyes que lo rigen. Esta doctrina sirvió de base para justificar la posibilidad de un conocimiento racional de la naturaleza. La defensa de la autonomía del orden natural y del conocimiento derivado del mismo lleva en esta época a una primera tendencia naturalista en autores cristianos como Thierry de Chartres (1100-1150) y Abelardo de Bath (†1120), que veían en ella el verdadero fundamento de la ciencia frente a la autoridad. Pedro Abelardo (1079-1142), conocido por sus trágicos amores con Eloísa, es otro exponente de esta escuela. En sus brillantes y populares clases defendió que sólo suscitando preguntas empezamos a investigar, e investigando alcanzamos la verdad.

Entre los siglos XII y XIII tiene lugar un fenómeno en el que la Iglesia tuvo también un importante papel y que fue decisivo para el desarrollo de la ciencia moderna. Se trata de la traducción de las obras de los autores griegos, en gran parte obras científicas, al latín. Como ya hemos mencionado, estas obras no habían sido traducidas al latín en la antigüedad. Ahora empiezan ya a traducirse, en primer lugar del árabe, idioma al que habían sido traducidas en los siglos VIII y IX, destacando en este sentido el papel que desempeñó la escuela de traductores de Toledo. Poco a poco, las obras clave de matemáticas y astronomía de autores como Euclides, Aristarco, Ptolomeo, Arquímedes y Apolonio aparecieron por vez primera en latín, poniendo a los estudiosos medievales europeos directamente en contacto con estos textos, hasta enton-

ces desconocidos para ellos. En particular, la traducción de las obras completas de Aristóteles aportó un cuerpo completo de doctrina racional, desde la lógica hasta la ética, pasando por la física y la metafísica. La filosofía medieval, influida hasta entonces por Platón, visto a través de los Padres de la Iglesia, cambia de signo, adoptando en poco tiempo la doctrina de Aristóteles, a quien se reconoce como el filósofo por antonomasia. A la síntesis entre fe cristiana y filosofía platónica va a suceder una teología que utiliza la filosofía aristotélica. Dentro del corpus aristotélico se encuentran sus libros de filosofía natural –generalmente conocidos por sus nombres latinos: *Physica* (Física), *De coelo* (Sobre el cielo) y *De meteoris* (Sobre los meteoros)– más *De anima* (Sobre el alma) y *De generatione et corruptione* (Sobre la generación y la corrupción). En este grupo de libros se presenta una doctrina unificada del mundo desde el punto de vista puramente natural. El mismo Aristóteles define la filosofía natural como la ciencia que estudia las primeras causas de los fenómenos de la naturaleza, el cambio y el movimiento en general, el movimiento de los astros, la transformación de los elementos, la generación y la corrupción, los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera (meteoros) y el estudio de las plantas y animales. No es de extrañar que los filósofos medievales se vieran fascinados por este cuerpo completo de doctrina y decidieran que sólo quedaba para ellos la labor de comentar estos textos maravillosos, en los que todo quedaba explicado. La enseñanza de la doctrina aristotélica en las universidades europeas (las escuelas), que se generalizó partir del siglo XII, ha llevado a denominar esta doctrina, comentada por autores cristianos, con el término «escolástica».

La introducción de la filosofía aristotélica en las universidades de Europa no estuvo libre de conflictos, ya que en algunos puntos chocaba con verdades importantes de la fe cristiana. En primer lugar, Aristóteles afirma que el mundo es eterno y necesario, mientras la fe cristiana lo considera creado con un comienzo en el tiempo y contingente. Este problema se había planteado ya por los filósofos árabes comentaristas de Aristóteles, como Averroes, que insinuaron un doble acceso a la verdad desde la razón y desde la fe. Esta postura llevó a algunos autores cristianos, como Siger de Brabante, a tratar de resolver el conflicto postulando la doctrina de las dos verdades, una filosófica y otra religiosa.

Se mantenía que lo que era verdad en el plano religioso podría no serlo en el filosófico. Esta postura no podía ser aceptada en ambientes cristianos, donde se afirmaba que la revelación y la naturaleza son obra de un mismo Dios y no pueden contradecirse, por lo que fue condenada. La tensión entre el pensamiento aristotélico y la fe cristiana condujo a una primera condena en la Universidad de París en 1215 y, finalmente, llevó en 1277 al obispo de París, Esteban Tempier, a condenar 219 tesis aristotélicas que se consideraban contrarias a la fe. Entre ellas se encontraban las que se oponían a la acción de Dios en el mundo y su poder absoluto. Esta condena se considera como una reacción conservadora ante la entrada de las ideas aristotélicas, pero tuvo también un efecto beneficioso, al permitir el planteamiento de cuestiones fuera del ámbito estricto del pensamiento aristotélico. De esta forma se podían plantear preguntas hipotéticas como, por ejemplo, si Dios pudo haber creado otros mundos o un espacio vacío.

La rápida propagación de la filosofía aristotélica motivó el desarrollo de una nueva teología inspirada por sus análisis, que sustituyó a la de trasfondo platónico. En este proceso destacan los autores de dos órdenes religiosas: dominicos y franciscanos. En la escuela dominica destaca la obra de Alberto Magno (1206-1280), llamado *doctor universalis*, debido a la extensión de su saber. Alberto establece claramente la distinción entre filosofía basada en la razón y teología basada en la revelación. Para él, la base de la física se encuentra en los autores griegos, mientras que la de la teología se fundamenta en la revelación contenida en las Sagradas Escrituras. La síntesis entre la filosofía aristotélica y la doctrina cristiana fue obra principalmente de su discípulo Tomás de Aquino (1225-1274), quien suprimió y adaptó del pensamiento de Aristóteles lo que le pareció conveniente para mantener íntegro el dogma cristiano. Esta síntesis se convirtió, con el tiempo, en la doctrina oficial en las universidades y en la ortodoxia, tanto filosófica como teológica. Tomás mantiene la separación de la teología y la filosofía como dos ciencias, tal como lo había propuesto ya Alberto, pero establece una mayor correlación entre ellas. La teología utiliza la filosofía, mientras que la filosofía depende sólo de la razón. Tomás propone un cierto solapamiento entre ambas, en lo que el llama los «preámbulos de la fe», verdades previas a las sólo cognoscibles por la revelación, tales como la

existencia de Dios y algunos de sus atributos, a los que puede llegarse por la sola razón. En este acercamiento a las verdades religiosas basado en la sola razón se encuentran sus conocidas «cinco vías» de demostración de la existencia de Dios. Estas vías han sido llamadas «cosmológicas», ya que parten del conocimiento del mundo, y en ellas Dios aparece como la causa última eficiente y final. Este camino, que parte del mundo conocido por la razón, le lleva a afirmar que un falso conocimiento del mundo puede llevar a un falso conocimiento de Dios. Sus dos grandes obras, *Summa Theologica* y *Summa contra gentiles*, sustituyeron a las *Sentencias* de Pedro Lombardo como los libros de texto teológicos preferidos en las universidades. En la Iglesia Católica, la doctrina de Tomás de Aquino, con variantes y nuevos desarrollos, se ha conservado hasta hoy como el núcleo del pensamiento teológico.

La escuela franciscana iniciada por Buenaventura (1217-1274) tiene unas características distintas de la de los dominicos y evolucionó de distinta manera. En ella se contempla una mayor correlación entre teología y filosofía, con una cierta subordinación de la segunda con respecto a la primera, manteniéndose una fuerte influencia del pensamiento agustiniano. Por lo que hace a la relación entre conocimiento racional y revelación, Buenaventura utiliza la doctrina de los dos libros escritos por Dios, el de la naturaleza y el de la revelación. Esta formulación será utilizada por autores de la ciencia moderna, como Galileo, para defender la autonomía de la ciencia. Para Buenaventura la teología es la reina de las ciencias, ya que todo conocimiento depende de la iluminación divina contenida en la revelación, cuyo estudio es la prerrogativa de los teólogos. Juan Duns Escoto (1266-1308) es el representante principal de la siguiente generación de la escuela franciscana. En su postura se aparta de Tomás de Aquino, como también se aparta en muchos puntos de Buenaventura. Para él, fe y razón se encuentran en planos diversos, estando siempre por encima el de la fe. No niega la posibilidad de un saber científico o filosófico, pero siempre subordinado de alguna manera al teológico. Niega la posibilidad de las pruebas cosmológicas de la existencia de Dios, es decir, a partir del mundo, para aceptar solo las ontológicas, es decir, a partir de la noción del ser. Duns Escoto dio una gran importancia a la omnipotencia de Dios, sólo limitada por el principio de contradicción, y mantuvo la divi-

sión entre la potencia absoluta y ordenada de Dios. Sostuvo que en esta última el poder de Dios está limitado por su fidelidad. La tercera gran figura de la escuela franciscana es Guillermo de Ockham (1285-1347), conocido sobre todo por su principio («la navaja de Ockham») de que lo que se puede hacer con menos medios es vano hacerlo con muchos, o que una pluralidad de explicaciones o entes no se debe suponer sin necesidad; dicho de otro modo: que la solución más sencilla es la más probable. Este principio, que en realidad es anterior a Ockham, se sigue invocando para preferir las soluciones sencillas de los problemas. El autor franciscano negó la posibilidad de una verdadera ciencia sobre Dios desde la sola razón y defendió la separación radical entre la fe y la razón. Con su *via moderna* se opuso a la *via antiqua*, nombre con el que designaba a la de Tomás de Aquino. Al escepticismo sobre la razón oponía la sola confianza en la revelación. Para él, la ciencia versa sólo acerca de las realidades particulares e individuales, que son las únicas percibidas inmediatamente. Al defender que los universales son meros nombres, Ockham inició el camino del nominalismo, y su postura ha influido en muchos planteamientos modernos.

Desde la primera propuesta por parte de los Padres de la Iglesia de que se considerara a la filosofía como una ayuda para la teología, el camino recorrido en la Edad Media en la relación entre teología y filosofía se mueve entre dos polos: la aceptación de ambas como saberes autónomos e independientes, sin ninguna relación entre sí, y la búsqueda de una síntesis entre las dos. Tomás de Aquino apuesta por esta última posibilidad, mientras que Guillermo de Ockham defiende la primera. Ya vimos cómo aún hoy se proponen para la relación entre ciencia y religión los modelos de la mutua independencia y los que implican una cierta relación de diálogo y complementariedad, con el horizonte de una posible integración de ambas. Es importante reconocer que éste no es sólo un problema moderno, sino que ya en los primeros siglos del cristianismo, y sobre todo a lo largo de la Edad Media, se había planteado, naturalmente, bajo muy distintos presupuestos.

5.7. Autonomía de la filosofía natural

Un proceso que tiene lugar en el pensamiento cristiano a lo largo de la Edad Media y cuyo influjo en el desarrollo de la ciencia no siempre es bien reconocido es el de la creciente autonomía que va adquiriendo la filosofía natural¹⁴. Como ya hemos visto, el primer encuentro del pensamiento cristiano con la filosofía griega condujo a los influyentes Padres de la Iglesia, como Basilio y Agustín, a una aceptación crítica de las aportaciones de la filosofía como una ayuda para la teología. Después de la caída del Imperio Romano, la implicación de la Iglesia como único sujeto de la labor educativa propició una verdadera preocupación por el conocimiento de la naturaleza en sí mismo, como vimos ya en Isidoro y Beda. En la Alta Edad Media se plantea ya en general la relación entre fe y razón, dándose cada vez una mayor autonomía al conocimiento racional de la naturaleza. Un momento crítico es el que se produce en los siglos XII y XIII, al traducirse al latín y hacerse asequibles en Occidente la mayoría de los textos científicos griegos y el cuerpo de doctrina de Aristóteles. Por primera vez se tiene acceso a un cuerpo de conocimientos matemáticos avanzado y su aplicación a la astronomía, la óptica y la mecánica, con obras como las de Euclides, Arquímedes, Apolonio, Ptolomeo, Nicómaco, Pappus y Diofanto y los libros de filosofía natural de Aristóteles. A partir de estas obras, los autores medievales podían empezar a independizar la filosofía natural de su función de auxiliar de la teología. La fundación de las universidades, con su estructura institucional, dio a los profesores de filosofía natural, con respecto a los de teología, una estabilidad e independencia que poco a poco fue transmitiéndose a los propios estudios.

Un problema importante planteado ya en los autores medievales y que va a tener importantes consecuencias para el futuro desarrollo de la ciencia es el de la relación entre filosofía natural y matemáticas. Para Aristóteles, las matemáticas no formaban parte de la filosofía natural, ya que trataban sólo de los aspectos formales cuantificables de los cuerpos, no de los cuerpos mis-

14. E. GRANT, *The Foundation of Modern Science in the Middle Ages. Their Religious, Institutional and Intellectual Contexts*, Cambridge University Press, Cambridge 1996.

mos. La naturaleza de los conocimientos matemáticos, enfocados desde el punto de vista aristotélico, fue un tema frecuente entre los filósofos escolásticos. Por otro lado, la tradición platónica, que nunca había quedado del todo olvidada, hacía de las matemáticas la clave del conocimiento de la naturaleza. Las obras de matemáticas aplicadas al conocimiento de los fenómenos naturales en óptica, astronomía y mecánica formaban parte de un tipo especial de ciencias que los autores medievales denominaron *scientiae mediae* (ciencias medias), ya que se situaban entre las matemáticas puras y la filosofía natural. Esta concepción fue variando al darse a estas ciencias una importancia cada vez mayor. Así, un autor del siglo XIII las consideraba partes integrantes de la filosofía natural. Roger Bacon (1220-1294), franciscano inglés que se adelantó en muchos aspectos a su tiempo, insistió en la importancia de las matemáticas y la experimentación en el estudio de la naturaleza. La importancia concedida a los planteamientos matemáticos dentro de la filosofía natural fue un factor importante en el desarrollo de su autonomía.

Los filósofos naturales medievales expresaron principalmente sus ideas en los comentarios a los libros de Aristóteles. Otro tipo de enseñanza en el que había más libertad con respecto a los temas propuestos, en los que se podían proponer cuestiones y dar respuestas distintas de las de Aristóteles, eran las llamadas *Quaestiones disputatae* (Cuestiones disputadas), que abrían la posibilidad de plantear temas controvertidos: si existía o no el vacío; si el mundo era finito o infinito; si existían otros mundos; o si un móvil podía moverse con velocidad infinita. Aunque se trataba de temas puramente especulativos, en ellos se abría la posibilidad de escaparse del férreo control aristotélico. Algunos filósofos naturales más tardíos, como Juan de Buridan (1295-1358) y Nicolás de Oresmes (1320-1382), maestros de artes de la Universidad de París, propusieron una crítica más seria de algunos de los análisis aristotélicos. En mecánica, su crítica se centró en el movimiento de un proyectil, un tema en el que rechazaban la explicación de Aristóteles y proponían la teoría del *ímpetus*, en la que hay una primera intuición del principio de inercia. Esta teoría se aplicó al movimiento de las esferas celestes, que continuaban moviéndose por sí solas a partir de un impulso dado por Dios en el momento de la creación, sin necesidad de ser movidas por un

agente externo a ellas. Con esta propuesta se eliminaba la necesidad de suponer que las esferas celestes eran movidas por ángeles, como proponían algunos. Buridan dio por probable la rotación de la tierra sobre sí misma, postura que también mantuvo Oresmes, el cual refutó los argumentos en su contra propuestos por los aristotélicos. Esto indica la libertad y autonomía que se había ido desarrollando con respecto a los problemas de filosofía natural. Estas posturas eran aceptadas por la Iglesia, ya que Oresmes era religioso agustino y, más tarde, fue obispo de Lisieux. Otro eclesiástico un poco más tardío, Nicolás de Cusa (1401-1464), obispo y cardenal de tendencias neoplatónicas, sostuvo que la tierra era como un cuerpo cualquiera dotado de movimiento, al menos de rotación, y que el universo no tenía por qué estar centrado sobre ella. En su obra *De docta ignorantia* (Sobre la sabia ignorancia) muestra la actitud de un cierto escepticismo y afirma que el verdadero sabio es el que es consciente de su propia ignorancia.

En contra de la idea, a veces bastante extendida, de un férreo control por parte de la Iglesia durante la Edad Media sobre las ideas con respecto al mundo natural y la imposición de la doctrina aristotélica, la realidad es que los filósofos disfrutaban de una amplia libertad, siempre que no incidieran en temas teológicos, acerca de los cuales los teólogos eran extremadamente suspicaces. Para obviar este problema se podían plantear preguntas y respuestas, siempre que se afirmase que uno se mantenía en el plano puramente natural (*loquendo naturaliter*, hablando de forma natural). Ockham escribía que «las afirmaciones de la filosofía natural, que no pertenecen a la teología, no pueden ser ni condenadas ni prohibidas a nadie, ya que en estas materias cada cual debe ser libre de decir lo que quiera». El excesivo optimismo de los filósofos condujo a adoptar posturas que propiciaron el que en la condena de 1277 se incluyeran proposiciones como «que no hay ninguna cuestión disputable por la razón que un filósofo no pueda disputar y resolver» y «que no hay estado más excelente que el dedicarse a la filosofía». Estas condenas ponen de manifiesto, por un lado, el creciente racionalismo de los filósofos y, por otro, la sospecha que suscitaba entre los teólogos. Hay que tener en cuenta que las universidades estaban dominadas por las facultades de teología y que los teólogos habían obtenido previamente el título de Maestro en Artes, por lo que se consideraban

ellos mismos también expertos en estas materias. La posible incidencia teológica de proposiciones filosóficas era siempre vista con preocupación por parte de los teólogos.

5.8. Imagen medieval del universo

Como ya hemos visto, las tradiciones más antiguas de la Biblia reflejan la imagen del universo común entre los antiguos pueblos del Medio Oriente y que está presente en los escritos babilónicos. Básicamente, el universo se consideraba formado por una tierra plana rodeada por el mar y cubierta por la bóveda celeste, en la que estaban situados los astros. Esta bóveda celeste aparece a veces en la Biblia como un tabernáculo. Por «universo» se entendía, sencillamente, el conjunto de la tierra y el cielo. Como ya vimos más arriba, frente a esta imagen la astronomía griega había desarrollado, ya desde el siglo V a.C., una imagen del universo esférico centrado en la tierra, también esférica. Los cielos estaban formados por una serie de esferas concéntricas a distinta distancia de la tierra. Entre los astros se distinguía entre, por una parte, las estrellas, fijas todas ellas y distribuidas sobre una última esfera que experimentaba un giro diurno y formaba el límite del universo y, por otra, los planetas el sol y la luna, cada uno de ellos situado sobre una esfera distinta y a distinta distancia de la tierra. Los astrónomos griegos, como Eudoxo e Hiparco, diseñaron ingeniosos sistemas geométricos con los que, a base de combinaciones de movimientos circulares, podían simular los movimientos de los astros tal como son vistos desde la tierra. La astronomía griega sistematizada por Ptolomeo en el siglo II se extendió por todo Occidente. Ya vimos cómo, en los primeros siglos del cristianismo, autores como Basilio y Agustín aceptaron la forma esférica del universo, aunque no se pronunciaron sobre el carácter esférico de la tierra.

Al menos desde Beda el Venerable, en el siglo VIII, el universo geocéntrico esférico y la Tierra esférica son aceptados por todos los autores medievales¹⁵. La imagen que aparece ya en los au-

15. W.G.L. RANGLES, *The Unmaking of the Medieval Christian Cosmos, 1500-1760. From Solid Heavens to Boundless Aether*, Ashgate, Aldershot, G.B., 1999.

tores de los siglos XII y XIII es una combinación de la presentada por Aristóteles en su obra *De coelo* y la que propone la astronomía de Ptolomeo. Pero para el pensamiento cristiano éste es ahora un universo creado de la nada por Dios en el tiempo. El tiempo cíclico de los griegos se convierte en un tiempo cristiano lineal, que empieza en la creación, tiene su punto culminante en la venida de Jesucristo al mundo y culmina en su segunda venida y el juicio final. El universo medieval se basaba en el universo aristotélico de las esferas homocéntricas, con su punto central en el centro mismo de la tierra. En cada una de las esferas estaba colocado un astro, de forma que había siete esferas, una para cada uno de los cinco planetas conocidos, otra para el sol y otra para la luna. La octava esfera contenía las estrellas fijas y se identificó con el firmamento de la Biblia. Más allá de ella se situaron una o dos esferas más, según los autores, llamadas la «esfera cristalina» o «de las aguas superiores» y la «primera esfera movable» (*primum mobile*). Más allá de esta última esfera, que limitaba el universo material, se situaba el cielo empíreo (*coelum empyreum*) o lugar de los bienaventurados. Algunos autores completaban la imagen situando el infierno, lugar de los condenados, en el centro de la tierra. De esta forma se conjugaban la visión física y la visión teológica del universo, en la que cada cosa tenía su lugar asignado. La propuesta de Basilio, en contra del sentir de Aristóteles, según la cual la región celeste estaba formada por el mismo material de los cuatro elementos, fue seguida por muy pocos autores medievales. La mayoría, como es el caso de Tomás de Aquino, por ejemplo, siguió la doctrina aristotélica de una quinta esencia o éter para las esferas y cuerpos celestes, distinta de los cuatro elementos del mundo terrestre. Estas esferas se consideraban sólidas, algo así como cristalinas, indivisibles e incorruptibles, en las que sólo se daba el movimiento circular. El cambio, la generación y la corrupción pertenecían tan sólo al mundo sublunar. Esta imagen del universo se presenta a veces como una invención eclesiástica o derivada de la Biblia, cuando en realidad, como hemos visto, es una adaptación, con algunas variantes, del universo geocéntrico griego tal como es presentado por Aristóteles, y se aparta de la presente en la Biblia.

Además de esta imagen física del universo, la Edad Media conoció también una imagen geométrica, basada en la presentada

en la obra de astronomía de Ptolomeo (siglo II) y conocida en Europa con el nombre, derivado del árabe, de *Almagesto*. Entre los primeros tratados astronómicos medievales, de los siglos XII y XIII, destaca la obra *Los libros del saber de astronomía*, publicada bajo la égida del Rey de Castilla Alfonso X el Sabio, basada en las obras de los astrónomos árabes Azarquiel y Abenraguel, que seguían a Ptolomeo y el *Tractatus de sphaera* (Tratado de la esfera) de Juan de Sacrobosco (John Hollywood), astrónomo inglés y profesor en París, que presentaba simplificada las ideas básicas de la astronomía griega. Otras obras más tardías de astronomía matemática, ya en los siglos XIV y XV, son *Imago Mundi* (La imagen del mundo), de Pierre d'Ailly, canciller de la Universidad de París, y *Theoriae novae planetarum* (Nuevas teorías de los planetas), de Georg Peurbach, astrónomo de la Corte Imperial en Viena. Estas obras incorporaban con más detalle los artificios matemáticos de los epiciclos, excéntricos y ecuantos de la astronomía geocéntrica ptolomeica. La adecuación entre estas dos visiones del universo, la física y la matemática, no era fácil y ya había preocupado al mismo Ptolomeo. La imagen de Aristóteles tenía una fácil expresión física, pero no daba buenos resultados para la predicción de las posiciones de los astros, a pesar de añadir hasta 50 esferas homocéntricas, mientras que la de Ptolomeo era muy superior en el seguimiento de los astros vistos desde la tierra, pero no tenía fácil interpretación física.

En el centro del universo medieval estaba situada la tierra esférica, estratificada de acuerdo con los cuatro elementos, tierra, agua, aire y fuego, de más pesado a más ligero. Sin embargo, se sigue proponiendo y propagando la idea de que durante la Edad Media incluso las personas educadas mantenían que la tierra era plana. A esta idea se añade a veces que la Iglesia prohibió la enseñanza de la forma esférica de la Tierra, conocida por los autores griegos desde el siglo V a.C., porque se apartaba de lo que enseñaba la Biblia. Esta opinión, que empezó a proponerse a finales del siglo XIX sin ninguna base histórica y de la que participaron los libros ya citados de Draper y White, buscaba acentuar la idea del conflicto entre la ciencia y el cristianismo¹⁶. Los dos autores

16. J.B. RUSSELL, *Inventing the Flat Earth. Columbus and Modern Historians*, Praeger, Westport, Conn., 1991.

eclesiásticos, que se citan como defensores de la tierra plana son Lactancio y Cosmas Indocupletes. El primero no fue muy citado en la Edad Media, y el segundo, autor griego del siglo VI, no fue traducido al latín hasta el siglo XVII, con lo que es imposible que tuviera ninguna influencia. Como ya hemos visto, Beda el Venerable, en el siglo VIII, presenta claramente la forma esférica de la tierra (*De rerum natura*, c. 46). Un comentario antiguo a este texto añade: «hay otros argumentos que demuestran que la tierra es un globo» (*Ioannis nova scholia*). Los dos grandes autores del siglo XIII, Alberto Magno y Tomás de Aquino, en sus comentarios al libro *De Coelo*, de Aristóteles, proponen con claridad la figura esférica de la Tierra y las demostraciones que lo prueban. Ambos dan valores de la medida del círculo de la Tierra de acuerdo con Ptolomeo y algunos autores árabes como Alfraganus. Aunque los valores del tamaño de la tierra distan bastante de los reales, no cabe duda de que su forma esférica era claramente conocida y se consideraba como admitida por todos.

Los defensores de este que podemos llamar con toda razón «mito» gustan de presentar a Colón asediado por los eclesiásticos, que consideraban su viaje imposible, al no aceptar que la tierra fuera redonda. En realidad, las voces opuestas al proyecto lo hacían por la enorme distancia entre las costas de España y las de Asia, según las medidas generalmente aceptadas de su circunferencia. Colón tuvo que manipular los valores tanto de la circunferencia de la tierra, disminuyéndola, como de la extensión de Asia, aumentándola, para convencer de la viabilidad de su viaje. En efecto, si no hubiera existido el continente americano, su viaje habría fracasado. El hecho de que, finalmente, su viaje fuera financiado por los Reyes Católicos, Fernando e Isabel, muestra claramente que se aceptaba por todos que la tierra era redonda. Es curioso que, a pesar de la clara evidencia histórica en su contra, este mito se sigue repitiendo aún hoy para justificar una visión negativa sobre la Iglesia y su oposición a la ciencia.

6. El nacimiento de la ciencia moderna. El caso Galileo

6.1. El comienzo de la Edad Moderna. La nueva ciencia

LA caída de Constantinopla ante los turcos en 1453 suele considerarse como la fecha del comienzo de una nueva época, la Edad Moderna. Entre los muchos cambios que trae esta época está el nacimiento de la ciencia moderna, que va a determinar una nueva relación entre religión y ciencia y, más en concreto, entre cristianismo y ciencia.

El comienzo de la Edad Moderna está asociado en Europa al Renacimiento, que constituyó una verdadera transformación cultural, social, política y religiosa. Algunos elementos sociales y políticos de esta transformación son: la caída del feudalismo, la creciente importancia de la burguesía, la afirmación de las monarquías nacionales y el incremento del comercio. El descubrimiento de América en 1492 y la apertura de la navegación a la India y China entre 1488 y 1512 abrieron las rutas a la influencia de Europa en el mundo y a la expansión del cristianismo, con su contacto con otras religiones. El renovado interés por los clásicos de la antigüedad trae un nuevo humanismo que incluye una nueva visión del hombre y del universo. A la visión teocéntrica medieval va a sucederle una visión centrada en el hombre y en la razón. El hombre del Renacimiento se considera como el hombre universal, centro del universo, capaz de desarrollar todas sus posibilidades, tanto en las artes como en las ciencias. Ya vimos cómo en la Edad Media se había impuesto la doctrina de Aristóteles en prácticamente todos los ámbitos del saber, desde la lógica y la física hasta la metafísica. En el Renacimiento, el aristotelismo empieza a ser cuestionado, y el platonismo vuelve a ocupar un lugar central en el pensamiento, con las obras de autores como Marsi-

lio Ficino y Pico de la Mirandola, dos humanistas italianos. A esto se añade la influencia del *Corpus Hermeticus*, conjunto de escritos atribuidos a Hermes Trimagisto, un supuesto autor anterior a Moisés, aunque en realidad se trataba de obras de varios autores del siglo IV. Estos escritos de carácter místico y esotérico fueron muy admirados por los humanistas de la época. Aunque el latín sigue siendo la lengua culta, empieza a crecer la importancia de las lenguas nacionales, que poco a poco lo van sustituyendo. La invención de la imprenta por Gutenberg en 1450 y su rápido desarrollo contribuyó a difundir las obras escritas, sustituyendo a la lenta transmisión de códices manuscritos. La Iglesia cristiana, que se había mantenida unida en Occidente a pesar de las dificultades, se ve sacudida y dividida por la reforma protestante. En 1517 Lutero hizo públicas en Wittenberg sus célebres 95 tesis, y en 1536 Calvino publicó su obra en Basilea. El movimiento reformador se extiende por el norte de Europa, y en 1534 Enrique VIII establece en Inglaterra la Iglesia Anglicana, separada de Roma. La relación entre cristianismo y ciencia adquiere ahora aspectos diferentes en la iglesia católica y en las iglesias protestantes.

Hemos visto cómo, desde el siglo XIII, la doctrina aristotélica se había convertido en la filosofía predominante, y sobre ella se construyó la síntesis teológica que tendrá su continuidad tanto en los teólogos católicos como en los protestantes. Frente a ello se sitúa ahora la vuelta de las ideas neoplatónicas, que empiezan a atraer la atención hacia una nueva manera de estudiar la naturaleza desde las matemáticas y que se aparta del análisis cualitativo de la física aristotélica. Los autores griegos preferidos son ahora los matemáticos, como Euclides, Arquímedes, Apolonio, Pappus y Diofanto cuya aplicación de las matemáticas al estudio de la naturaleza (concretamente al estudio de la mecánica y de la óptica, por ejemplo) constituye un ejemplo a seguir. La crítica de Aristóteles, que ya vimos cómo comenzó en la Baja Edad Media, se va a ver ahora agudizada. La repetición y los comentarios a los textos de las autoridades clásicas, sobre todo de Aristóteles, van a ser sustituidos por el estudio directo de la naturaleza a través de la observación y los experimentos, los cuales, junto con el análisis matemático, se convierten en los dos pilares sobre los que va a asentarse lo que ya se empieza a conocer como una nueva manera de hacer ciencia. Así lo expresa uno de los pioneros, Niccolò

Tartaglia (1505-1557), profesor en Verona, Milán y Venecia, en su obra sobre mecánica titulada precisamente *Nuova scienza* (Nueva ciencia, 1537). En esta obra, escrita en italiano, Tartaglia critica la doctrina de Aristóteles y se declara seguidor de Arquímedes. La novedad de esta manera de hacer ciencia se encuentra también expresada en la influyente obra de Francis Bacon (1561-1626), *Novum organum* (El nuevo instrumento, 1620), donde se hace hincapié en la base experimental de la ciencia. Para Bacon, la física aristotélica debe considerarse ya como descartada, y la nueva ciencia que la sustituye ha de consistir en el estudio y la organización de las observaciones. La ciencia ha de tener además una finalidad práctica: «El objetivo verdadero y válido de la ciencia no es otro que éste: que la vida humana se vea dotada de nuevos descubrimientos y capacidades». Aunque no niega que se encuentren verdades en los contenidos de la ciencia ortodoxa, éstas se hallan encerradas en una filosofía engañosa y estéril. Para él, la contemplación y observación de las cosas en sí mismas, tal como son, sin superstición ni impostura, sin error ni confusión, es en sí misma de más valor que todos los frutos de las invenciones y especulaciones. La investigación de las causas finales, por tanto, es estéril, no conduce a nada y debe abandonarse, lo mismo que el resto de las especulaciones de la filosofía escolástica. Algunos años más tarde, se publica de forma póstuma la obra de William Gilbert (1544-1603), *De mundo nostro sublunari philosophia nova* (Filosofía nueva sobre nuestro mundo sublunar, 1651) donde se expone la «nueva filosofía natural» que debe sustituir a la aristotélica. Estos autores son un ejemplo del movimiento de reforma del nuevo modo de hacer ciencia que empieza a tomar cuerpo en Europa. Poco a poco, una nueva ciencia está naciendo, y ello va a tener consecuencias en la relación con el pensamiento teológico, que en muchos aspectos se había apoyado en el análisis de la filosofía natural aristotélica.

6.2. Una nueva cosmología. Nicolás Copérnico

Un elemento clave en el nacimiento de la ciencia moderna es la propuesta de un nuevo modelo cosmológico heliocéntrico que va a sustituir a geocéntrico, vigente desde la escuela Pitagórica en el siglo VI a.C. y elaborado por los grandes astrónomos griegos Eu-

doxo, Hiparco y Ptolomeo. Ya vimos cómo este modelo cosmológico geocéntrico adaptado al pensamiento cristiano dio origen a la imagen del universo vigente durante toda la Edad Media. La propuesta de la nueva cosmología fue obra de Nicolás Copérnico (1473-1543). Nacido en Torun (en la actual Polonia), Copérnico había estudiado primero en Cracovia y luego en Bolonia, Padua y Ferrara. En Bolonia fue ayudante del astrónomo Domenico de Novara, cercano a las ideas neoplatónicas y crítico de la doctrina aristotélica, con quien realizó observaciones astronómicas. A su regreso a Polonia en 1505, se integró como canónigo, eclesiástico sin órdenes sagradas, junto a su tío Lucas Watzenrode, obispo de Warmia, y finalmente, después de la muerte de éste, se instaló en 1512 en Frombork, en la costa del mar Báltico. En 1514 hizo una nueva visita a Italia, donde fue consultado sobre la reforma del calendario que estaba siendo impulsada por el papa León X. El mismo año regresó a Frombork, de donde ya no volvió a salir.

No sabemos cuando empezó Copérnico a considerar la posibilidad de dar la vuelta al sistema planetario y proponer el Sol, no la Tierra, como el centro del universo. En la nueva visión del sistema planetario, la Tierra, junto con la Luna a su alrededor, pasaba a ocupar la tercera órbita alrededor del Sol, después de Mercurio y Venus. Este cambio en la posición central de la Tierra no tenía más precedentes en la antigüedad que algunos autores de la escuela Pitagórica y Aristarco de Samos, astrónomo del siglo III a.C. En contra, tenía las apreciaciones de las observaciones desde la Tierra del movimiento aparente de los astros, la astronomía tradicional avalada por la autoridad de Ptolomeo y la física de Aristóteles, que situaba el elemento más pesado, la Tierra, en el centro del universo. A la traslación alrededor del sol añadió Copérnico el movimiento de rotación de la Tierra sobre sí misma, manteniendo fija y más alejada la esfera de las estrellas. Esta idea ya había sido insinuada por algunos autores del siglo XIV, como Oresmes, Buridan y Cusa. La razón para este cambio radical en el sistema planetario no fue la realización de nuevas observaciones, que no casaban con el sistema ptolomeico, sino la búsqueda de una distribución más sencilla de las órbitas de los planetas que evitara sus complicaciones. Así se expresaba el mismo Copérnico, diciendo: «Habiendo reparado en todos estos defectos [del sistema de Tolomeo], me preguntaba a menudo si sería posible hallar un sistema de círculos más racional».

La primera presentación del sistema heliocéntrico por Copérnico se encuentra en el *Commentariolus* (Pequeño comentario), escrito entre 1508 y 1514, que corrió por Europa en forma manuscrita y no llegó a publicarse. En él se dice que «todas las esferas giran alrededor del Sol, que se encuentra en medio de ellas», y que «el centro de la Tierra no es el centro del mundo, sino tan sólo el centro de la gravedad y de la esfera lunar». Esto suponía apartarse totalmente de la cosmología y la física aristotélicas, que exigían que el centro de la Tierra fuera el centro del universo. Según Aristóteles, la gravedad está vinculada al movimiento de los cuerpos hacia su lugar natural, y el de los cuerpos pesados (compuestos del elemento tierra) está situado en el centro del universo, que tenía que coincidir, por lo tanto, con el de la Tierra. Pero Copérnico, como él mismo dice, hablaba como «matemático y para matemáticos» y estaba ya lejos de las ideas de la física aristotélica e influido por el pensamiento neoplatónico.

Copérnico no tuvo ningún discípulo hasta que, en 1539, Joachim Rheticus (1514-1574), un joven profesor de matemáticas de la universidad de Wittenberg que había sido discípulo del astrónomo Erasmus Reinhold (1511-1553), viajó hasta la lejana Frombork, influido posiblemente por la lectura del *Commentariolus*. Copérnico había terminado prácticamente de poner por escrito su obra, pero no acababa de decidirse por su publicación, por temor a los ataques de los filósofos aristotélicos y de los teólogos, a pesar de las insistencias de sus amigos, en especial Nicholas Schönberg, cardenal de Capua, y Teidman Giese, obispo de Culm. Rheticus se adelanta y, con permiso de Copérnico, publica en 1540 un resumen de la obra con el título *Narratio prima* (Primera narración). Copérnico se decide por fin a la publicación de su obra, de la que se encarga el teólogo protestante Andreas Osiander (1498-1552) en Nürenberg. En 1543, el mismo año de la muerte de su autor, la obra se publica con el título *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Sobre las revoluciones de los orbes celestes)¹. Osiander añadió un prefacio sin firma en el que se di-

1. N. COPÉRNICO, *Sobre las revoluciones (de los orbes celestes)* (edición preparada por Carlos Mínguez y Mercedes Testal), Editora Nacional, Madrid 1982.

ce que el sistema se propone como una hipótesis para establecer correctamente el cálculo de las posiciones de los astros y no representa la realidad física. Este prefacio empieza diciendo: «Divulgada ya la fama acerca de la novedad de las hipótesis de esta obra... no me extraña que algunos eruditos se hayan ofendido vehementemente y consideren que no se deben modificar las disciplinas liberales constituidas ya hace tiempo correctamente». Osiander añadió el prefacio para evitar el ataque de los filósofos aristotélicos y de los teólogos, y a veces fue atribuido erróneamente al mismo Copérnico, el cual recibió el libro ya en su lecho de muerte y manifestó su contrariedad porque el prefacio no reflejaba su sentir. El libro lleva una dedicatoria de Copérnico al Papa Pablo III, en la que avanza el hecho de que algunos puedan aducir en su contra algún pasaje de las Escrituras «malignamente distorsionado de su sentido», y concluye que las «matemáticas se escriben para los matemáticos». En la dedicatoria habla de que su afán es buscar la verdad en todas las cosas, en cuanto le es permitido por Dios a la razón humana; y al terminar la presentación del nuevo sistema astronómico, comenta: «Tan admirable es esa divina obra del Óptimo y Máximo Hacedor». Copérnico era ya consciente de que su propuesta podía ser malentendida por los defensores del sistema tradicional geocéntrico, que aducirían en su favor los textos de la Biblia. De esta forma vio la luz la propuesta de una nueva cosmología en la que el Sol ocupa el centro del universo, y la Tierra, como una planeta más, gira a su alrededor, al mismo tiempo que ella gira alrededor de sí misma. Así se presentaba la situación correcta del sistema planetario, corrigiendo la tradicional cosmología geocéntrica heredada de la antigua Grecia. Aunque Copérnico mantenía muchos elementos de la astronomía tradicional, como el movimiento circular de los astros, las esferas cristalinas y los epiciclos, su propuesta venía a minar los presupuestos de la física y la cosmología medievales basadas en la doctrina de Aristóteles. Estas consecuencias se irían sacando en el futuro, aunque ya Copérnico tuvo que introducir algunas, como el alejar mucho la esfera de las estrellas fijas para explicar la ausencia de su paralaje, aumentando así considerablemente el tamaño del universo.

6.3. Primeras reacciones desde el campo religioso

En contra de lo que a veces se cree, en el sentido de que la obra de Copérnico fue objeto desde el principio de una fuerte oposición por parte de la Iglesia Católica, la situación fue mucho más compleja². Hay que partir del hecho de que en el campo científico fueron muy pocos los que adoptaron inmediatamente la nueva teoría. Entre los primeros destaca Johannes Kepler (1571-1630), descubridor de las tres leyes del movimiento planetario, quien todavía muy joven publicó su primera obra, *Mysterium Cosmographicum* (El misterio cosmográfico, 1595), en la que se adhiere totalmente al copernicanismo. Thomas Digges (1545-1595) lo difunde en Inglaterra en *A perfect description of the celestial orbs* (Una descripción perfecta de los orbes celestes, 1576), donde da el paso de extender el universo a un espacio infinito en el que están distribuidas las estrellas. La mayoría de los astrónomos, sin embargo, tardaron en aceptarla. Erasmus Reinhold, por ejemplo, que lo utilizó en sus tablas astronómicas, no lo aceptó del todo. En la corte de Isabel I de Inglaterra, Gilbert, en su obra sobre el magnetismo terrestre, *De magnete* (Sobre el imán, 1600), alaba a Copérnico y acepta la rotación de la tierra, pero no deja clara su adhesión al sistema completo. Tycho Brahe (1546-1601), que creó el primer observatorio astronómico moderno en Dinamarca y llevó a cabo las observaciones que fueron decisivas para la obra de Kepler, propuso en 1580 un sistema alternativo en el que todos los planetas giran alrededor del Sol, pero éste lo hace alrededor de la Tierra, que mantiene así su posición central. El sistema Tychónico fue, durante mucho tiempo, una alternativa al de Copérnico. Cincuenta años después de su publicación, el sistema de Copérnico sólo era aceptado en su totalidad por unos pocos.

Desde el campo religioso las reacciones fueron variadas, y desde luego distintas en el ámbito católico y en el protestante³.

-
2. R.G. OLSON, *Science and Religion 1450-1900. From Copernicus to Darwin*, Greenwood Press, Westport, Conn., 2004, cap. 2; M. SIGHAM, «The Copernican Myths»: *Physics Today* 60/12 (2007), 48-52.
 3. R.S. WESTMAN, «The Copernicans and the Churches», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *God and Nature. Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, University of California Press, Berkeley 1986, pp. 73-113.

Las primeras reacciones protestantes fueron muy negativas. Martín Lutero (1483-1546), ya en 1539, antes de la publicación de su obra, había llamado a Copérnico «astrólogo advenedizo» y «loco que quiere echar por tierra toda la ciencia de la astronomía». Phillip Melanchton (1497-1560), la figura más influyente en el ambiente protestante de Wittenberg y reformador de las universidades protestantes alemanas, había criticado a Copérnico y se había referido a él en 1541 como «ese buscador de estrellas prusiano», acusándole de querer parar el Sol y mover la Tierra, cosas en su opinión absurdas. La principal dificultad que encontraban los teólogos protestantes eran los textos de la Biblia en los que se habla de la estabilidad de la Tierra y el movimiento del Sol (Por ejemplo: Sal 93,1 y 104,19; Ecl 1,4; Jos 10,12; 2 Re 20,11; Job 9,6). Hay que tener en cuenta que los líderes de la Reforma Protestante hacían hincapié en las Escrituras como la única fuente de la doctrina cristiana. Esta postura negativa no tardó en ir atenuándose, y hacia 1550 Melanchton y Reinholt consideraban la obra de Copérnico como una reforma moderada del sistema astronómico, aunque sin aceptarlo del todo como representación de la realidad física. La vuelta a Wittenberg de Rethicus, en 1542, contribuyó a la aceptación de Copérnico en los ambientes protestantes. La posición moderada de Melanchton y Reinholt, conocida como la «Interpretación de Wittenberg», fue la más extendida entre los protestantes hasta hacia 1580. Desde esa fecha se da un pluralismo de opiniones entre los autores protestantes, que tienden cada vez más a aceptar el copernicanismo. El principal obstáculo para la aceptación del heliocentrismo en los textos de la Biblia se fue salvando, al proponerse que éstos, sobre todo cuando hablan de fenómenos naturales, no deben siempre interpretarse en un sentido literal, sino en un sentido acomodaticio, es decir, acomodado al conocimiento generalmente aceptado en la época en que se escriben.

El caso de Kepler es interesante. Cuando publicó su primera obra, pensó añadir un capítulo en el que tratara del acuerdo de la teoría de Copérnico con la Biblia. El rector de la universidad de Tubinga, Mattias Hafenreffer, le convenció de que lo retirara: «Te doy mi consejo fraternal de no apoyar ni defender este acuerdo», ya que muchos van a sentirse ofendidos, va a crear división y será negativo para el contenido del libro. Kepler siguió este conse-

jo y no añadió el capítulo. Sin embargo, años más tarde, Kepler, ya más seguro de su prestigio científico, utilizó el argumento de la interpretación acomodaticia de los textos de la Biblia, que hablan de la estabilidad de la tierra y el movimiento del sol, en sus obras *Astronomía nova* (Astronomía nueva, 1609) y *Epitome astronomiae Copernicanae* (Resumen de la astronomía copernicana, 1617). Kepler creyó muy importante mostrar la compatibilidad de la nueva teoría astronómica con las Sagradas Escrituras, pero su incursión en el campo de la teología no fue siempre bien vista por los teólogos protestantes. Profundamente religioso, Kepler concibió su trabajo como una especie de sacerdocio que busca encontrar a Dios en el misterio de su creación. En su obra *Harmonices Mundi* (Las armonías del mundo), en la que presenta sus leyes del movimiento planetario, comenta: «Hasta aquí he proclamado la obra de Dios creador. Ahora hay que dejar la mesa de las demostraciones para elevar al cielo ojos y manos; para, piadoso y suplicante, rezar al Padre de la Luz, a ti que enciendes en nosotros el deseo de la luz y la gracia a fin de conducirnos por ellas a la luz de la gloria, y te doy gracias, Señor Creador». En otra de sus obras comenta que «de esta manera, el que es anterior a todos los tiempos en la eternidad ordenó las maravillas de su sabiduría... ¿Quién puede nunca cansarse de su esplendor?». Después de considerar la disposición de los astros en la nueva teoría copernicana, en la que había introducido las órbitas elípticas, exclama: «¡Gracias a ti, Señor Dios, Creador nuestro, por haberme permitido contemplar la belleza de tu obra creadora!»⁴.

En el campo católico no hubo al principio ninguna reacción contraria. Así, en 1533 el alemán Johann Widmstadt hizo una presentación de la teoría de Copérnico, basada en el *Comentariolus*, ante el Papa Clemente VII, quien se mostró muy interesado y, en agradecimiento, regaló a Widmstadt un raro manuscrito griego iluminado⁵. Después de la publicación de *De revolutionibus* en 1543, no hubo tampoco por parte católica ninguna re-

4. M. CASPAR, *Kepler*, Dover, New York 1993, pp. 68, 285, 299-300.

5. V. SHRIMPLIN, *Sun Symbolism and Cosmology in Michelangelo's «Last judgement»*, Truman State University Press, Kirsville, Mo., 2000, pp. 266-270; L. PASTOR, *Historia de los Papas*, Gustavo Gili, Barcelona 1911, tomo X, p. 247.

acción negativa. Al fin y al cabo, Copérnico, aunque no ordenado, era un eclesiástico y había dedicado el libro al papa Pablo III. Sin embargo, algunos autores católicos vieron ya con sospecha las ideas de Copérnico. Bartolomeo Spina, Maestro del Sacro Palacio, y el teólogo dominico Giovanmaria Tolosani vieron en el sistema de Copérnico una doctrina contraria a las Escrituras y a la doctrina aristotélica sancionada por Tomás de Aquino en su síntesis teológica. La muerte de Spina en 1547 no permitió que se pasara entonces ninguna decisión contraria a la obra de Copérnico. Sus sucesores en la Curia Romana no retomaron el asunto, y hasta 1616, como veremos, no hubo ninguna prohibición formal. La obra escrita por Tolosani, que murió en 1549, en la que menciona la postura de Spina y considera la incompatibilidad del sistema de Copérnico con la física aristotélica, no llegó a publicarse.

Entre 1589 y 1610, algunos exegetas católicos, como los jesuitas Benito Perera y Juan de Pineda, consideraron la nueva doctrina cosmológica como contraria al sentido literal de la Escritura y peligrosa para la fe⁶. En la postura de los jesuitas con respecto al copernicanismo influyó mucho el matemático y astrónomo Christopher Clavius (1538-1612), profesor en el Colegio Romano. Clavius alaba a Copérnico, pero no acepta su sistema, influido por su adhesión a la física aristotélica y al sentido literal de la Sagrada Escritura. En su obra *In Sphaeram Ioannis de Sacrobosco Commentarius* (Comentario a la Esfera de Sacrobosco), que fue publicada varias veces en su vida, entre 1570 y 1611, fue introduciendo los nuevos descubrimientos astronómicos sin aceptar el sistema heliocéntrico, y sólo en la última edición comenta, que estando las cosas de esta forma, habrá que modificar el sistema de los orbes celestes. No está claro en qué sentido tendría que hacerse la modificación, pero no es probable que Clavius pensase en la aceptación del sistema de Copérnico. Otros astrónomos en Italia, como Giovanni Antonio Magini (1555-1617), profesor en Bolonia, y Francesco Maurolico (1494-1575), profesor de la universi-

6. M.-P. LERNER, «The Heliocentric «Heresy»: From Suspicion to Condemnation», e I.A. KELTER, «The Refusal to Accommodate. Jesuit's Exegetes and the Copernican System», en E. MCMULLIN (ed.), *The Church and Galileo*, Notre Dame University Press, Notre Dame, Indiana 2005, pp. 11-37 y 38-56.

dad de Mesina, aunque conocían y alababan la obra de Copérnico, tampoco la aceptaron.

El agustino Diego de Zúñiga (1536-1597), profesor en las universidades de Osuna y Salamanca, publicó en 1584 un largo comentario al libro de Job. Al comentar un texto (Job 9,6) en el que se habla del movimiento de la tierra, Zúñiga lo explica literalmente utilizando la teoría de Copérnico. Más tarde, cambió de opinión y rechazó esta posibilidad. Su texto, sin embargo, fue la primera defensa de Copérnico en España y demuestra que su teoría era ya conocida y posiblemente enseñada en Salamanca. Durante estos años no hubo ninguna objeción oficial por parte de la Iglesia católica a la teoría de Copérnico. Entre los seguidores de Copérnico que tuvieron problemas con la Iglesia se encuentra la figura de Giordano Bruno (1548-1600), dominico que abandonó la orden y se convirtió en un filósofo ambulante, viajando por toda Europa. Después de una visita a Inglaterra en 1584, Bruno, entusiasta de la obra de Copérnico, publicó su adhesión a la misma en su obra *La cena delle ceneri* (La cena del miércoles de ceniza). Aunque su conocimiento del sistema de Copérnico es muy elemental, lo utilizó para sus elucubraciones cosmológicas y teológicas. En esta obra fue más allá que Digges y propuso, además de la infinitud del universo, la pluralidad de los mundos. Según él, habría un número infinito de mundos o sistemas planetarios, cada uno girando alrededor de un Sol distinto. Bruno rechazó completamente la doctrina aristotélica y estaba muy influido por ideas neoplatónicas y herméticas. La Inquisición Romana lo encarceló en 1593 por sus ideas teológicas heréticas, no por su copernicanismo, y después de siete años de prisión murió ajusticiado en la hoguera. Aunque es deplorable y trágica su condena, no se le puede considerar un mártir de la ciencia, como se hace a veces⁷.

7. E. MCMILLAN, «Bruno and Copernicus»: *Isis* 78 (1987), 55-74.

6.4. Galileo, la lucha en favor del heliocentrismo

Entre los seguidores de Copérnico destaca sobre, todo, la figura de Galileo Galilei (1564-1642), profesor de matemáticas en Pisa y Padua y, desde 1610, filósofo y matemático al servicio del Gran Duque de Toscana Cosme II, en Florencia. Galileo, que había enseñado la astronomía tradicional en Padua, se decanta, hacia 1597, por el sistema de Copérnico y se convierte en un decidido defensor suyo⁸. Galileo fue el primero en utilizar el catalejo, recientemente descubierto en Holanda, para observar los cielos y lo convierte en un primer y rudimentario telescopio, con el que descubrió los satélites de Júpiter, las fases de Venus, las montañas de la Luna y la existencia de estrellas no visibles a simple vista; todo lo cual le convenció de la veracidad de la teoría de Copérnico. Galileo publicó estas observaciones en su primer obra, *Sidereus nuntius* (El mensajero celestial, 1610), que tuvo de inmediato una gran aceptación y le llevó a ser considerado entre los mejores astrónomos de su tiempo. Al año siguiente fue recibido con grandes honores en el influyente Colegio Romano de los jesuitas y aclamado como digno de ser contado entre los astrónomos más célebres. La postura de Galileo en favor del copernicanismo no tardó en atraerle la oposición de los filósofos tradicionales aristotélicos, que dominaban las universidades y cuya doctrina se veía atacada por sus descubrimientos. El mismo año 1610, corría en forma manuscrita una obra de Ludovico delle Colombe, un florentino de quien se sabe muy poco, titulada *Trattato contra il moto della terra* (Tratado contra el movimiento de la tierra), en la que se califica la doctrina de Copérnico como errónea en filosofía y sospechosa en teología, por oponerse al sentido literal de la Biblia, y se ataca explícitamente a Galileo. A partir de esta fecha, el copernicanismo se convierte en un tema de debate entre filósofos y teólogos, con Galileo como figura central⁹.

-
8. La literatura sobre Galileo y sus relaciones con la Iglesia es muy extensa. Baste con citar S. DRAKE, *Galileo*, Alianza, Madrid 1980; A. FANTOLI, *Galileo for Copernicanism and for the Church*, Vatican Observatory, Città del Vaticano 1996, donde se puede encontrar una abundante bibliografía; y W. BRANDMULLER, *Galileo y la Iglesia*, Rialp, Madrid 1987.
 9. M.-P. LERNER, *op. cit.*, pp. 19-25.

Un acontecimiento que tendría una gran trascendencia en este debate fue la intervención en 1613 de Benedetto Castelli, benedictino amigo de Galileo, con quien compartía las ideas de Copérnico, en una cena en el palacio de Cristina de Lorena, Gran Duquesa de Toscana, madre de Cosme II, que tenía una gran influencia en la corte de Toscana. Cristina saca a colación el tema de si el sistema de Copérnico es contrario a las Escrituras. Castelli defiende abiertamente la ortodoxia de la postura copernicana, pero no le satisfacen del todo sus argumentos y pide ayuda a Galileo. Éste le contesta con una carta (conocida como «Carta a Castelli») en la que defiende a Copérnico y da una serie de argumentos acerca de cómo deben interpretarse los textos de la Biblia que tratan de fenómenos de la naturaleza, apoyándose sobre todo en San Agustín. Galileo defiende la interpretación de estos textos en sentido acomodaticio, es decir, acomodado a los conocimientos de las personas a las que se dirigen. En este sentido, por tanto, se deben interpretar los pasajes de la Escritura donde se habla de la estabilidad de la Tierra y el movimiento del Sol. Galileo insiste en que no se debe buscar en ella principios de astronomía y, citando al Cardenal Baronio, dice: «la intención del Espíritu Santo era enseñarnos cómo se va al cielo, no cómo va el cielo». Galileo entraba en esta carta directamente en el tema de cómo debían interpretarse las Escrituras, lo cual hería la susceptibilidad de los teólogos, que se creían los verdaderos expertos en esta materia y no veían con buenos ojos la intromisión en ella de extraños. Aunque la carta no se publicó, se difundió en forma manuscrita y llegó a manos de Roberto Bellarmino, jesuita, cardenal y presidente de la Congregación del Índice y del Santo Oficio (Inquisición).

En 1615, Paolo Antonio Foscarini, carmelita, profesor en Nápoles y en Mesina, amigo de Galileo, publicó una larga carta con el título *Sobre la opinión de los Pitagóricos y Copérnico acerca de la movilidad de la tierra y la estabilidad del sol*, en la que defendía la teoría de Copérnico y su compatibilidad con los textos de la Escritura, que había que interpretar en sentido acomodaticio. Foscarini envió la carta a Bellarmino y le pedía su opinión. Bellarmino le contestó pidiendo prudencia en el tema y exponiendo su posición de que los textos de la Escritura debían interpretarse literalmente, mientras no hubiera una demostración clara

de que la situación real es otra; sólo en este caso deberían interpretarse de otra manera. Añadió que él creía que en el caso del movimiento de la tierra no existía tal demostración y que había que ser prudentes y no irritar a los filósofos escolásticos y a los teólogos. En conclusión, para Bellarmino la teoría de Copérnico podía defenderse como una hipótesis en astronomía para calcular las posiciones de los astros, pero no como la representación de la realidad física. En los mismos términos escribió Bellarmino a Galileo, el cual rehizo la carta que en 1613 había enviado a Castelli, refinando sus argumentos de forma más sistemática, y se la dirigió directamente a Cristina de Lorena (*Carta a Cristina de Lorena*, 1615). En ella establece claramente que, en materias de fenómenos de la naturaleza, las consideraciones científicas deben tener prioridad sobre las interpretaciones de textos bíblicos. Termina la carta diciendo: «En cuanto a otros textos de la Escritura que parecen contrariar esta posición, yo no dudo que, cuando sea conocida como verdadera y demostrada, esos mismos teólogos que, mientras la consideran falsa, piensan que tales textos son incapaces de interpretaciones que concuerden con ella, encontrarían interpretaciones mucho más congruentes, sobre todo si al conocimiento de las Sagradas Escrituras añadiesen alguna noción de las ciencias astronómicas»¹⁰.

6.5. La introducción en el Índice del libro de Copérnico

A raíz de estos hechos, el dominico Tomasso Caccini, que ya a finales de 1614 había atacado a Galileo en un sermón pronunciado en Florencia y en el que había comentado el versículo «¿Qué hacéis ahí, galileos, mirando al cielo? (Hch 1,11), viajó a Roma y presentó, en marzo de 1615, una acusación explícita contra Galileo ante el Santo Oficio, refiriéndose en ella al contenido de la carta a Castelli. Esta acusación venía a añadirse a la que había presentado el también dominico Niccolò Lorini, que había envia-

10. G. GALILEI, *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión* (traducción, introducción y notas de Moisés González), Alianza Editorial, Madrid 1987.

do el texto de la carta a Castelli junto con una nota acusatoria. Lorini había atacado ya en 1612 las ideas de Copérnico como contrarias a los textos de la Biblia. Ignorante de estos procedimientos, Galileo, en contra del parecer de sus amigos, que se lo desaconsejaban, viajó en diciembre de 1615 a Roma, donde realizó una intensa labor de defensa del copernicanismo en reuniones con diversos grupos de personas. Su tendencia a ridiculizar las posturas de sus oponentes dio lugar a una creciente irritación por parte de sus adversarios, entre los que se encontraban teólogos y filósofos aristotélicos. Éstos, incapaces de responder a los argumentos científicos, centraron su oposición en el tema de las Escrituras y propagaron toda clase de rumores y calumnias contra Galileo, el cual siguió en Roma, falsamente optimista con respecto a la situación. Aunque era consciente de la dificultad de que las autoridades eclesiásticas admitiesen el sistema de Copérnico, buscaba por todos los medios impedir que se tomara una decisión en su contra y abogaba para que se dejase como una cuestión abierta.

Debido a las acusaciones recibidas, el Santo Oficio creyó finalmente necesario tomar cartas en el asunto. En febrero de 1616, designó una comisión de seis teólogos para examinar dos proposiciones: «El Sol está en el centro del universo y no se mueve» y «la Tierra no está en el centro y se mueve alrededor del Sol y con movimiento diurno (alrededor de sí misma)». En menos de cuatro días de deliberación, la comisión, en la que no había ningún astrónomo, declaró la primera proposición falsa y absurda en filosofía y formalmente herética, por contradecir las Escrituras en su sentido literal y en la interpretación que de ella habían hecho los Santos Padres y los teólogos. Con respecto a la segunda proposición, la comisión le dio la misma calificación en filosofía, y en teología la consideró al menos errónea en la fe. Los cardenales del Santo Oficio refrendaron esta condena y encargaron a Bellarmino que avisase a Galileo de que debía abandonar estas opiniones y abstenerse de enseñarlas o defenderlas públicamente. La intervención que el cardenal Orsini había hecho en favor de Galileo ante el papa Paulo V no había surtido efecto. Al presentar el resultado del proceso al papa, éste lo confirmó y ordenó a Bellarmino que advirtiera en privado a Galileo, de acuerdo con la recomendación del Santo Oficio. De esta forma se quería salvar el

buen nombre de Galileo, que era ya considerado como un gran matemático, y no ofender al Gran Duque, a cuyo servicio estaba el célebre astrónomo. Bellarmino cumplió el encargo y advirtió, según lo ordenado, a Galileo, el cual se dio por enterado y prometió obedecer. Es importante tener en cuenta que la condena del copernicanismo fue por considerarlo opuesta a lo expresado literalmente en algunos textos de la Escritura y no por quitar a la Tierra y al hombre del centro del universo, como se dice a menudo. Esta consideración no aparece en ningún autor contemporáneo y es fruto de una reflexión moderna, que proyecta al pasado ideas que entonces no se tenían. La posición central de la Tierra en la cosmología aristotélica no era un lugar honorífico, sino todo lo contrario. Los orbes celestes de un material distinto y más noble eran de una dignidad mayor, al estar más cerca del cielo de los bienaventurados, que se situaba más allá de las estrellas fijas. La Tierra era el lugar del material más denso y deleznable y sede de la generación y corrupción de los seres; era, por lo tanto, de menor dignidad que las esferas celestes.

Como consecuencia de la decisión tomada por el Santo Oficio, la Congregación del Índice emitió un decreto, en marzo de 1616, por el que se suspendía la obra de Copérnico hasta que se corrigiera, y otro tanto hizo con el comentario de Zúñiga al libro de Job; se condenó y se prohibió el libro de Foscarini y se añadió, además, la condena de todos los libros que enseñaran el movimiento de la Tierra y la inmovilidad del Sol¹¹. Las correcciones a la obra de Copérnico consistían en añadir que la doctrina se proponía como una hipótesis, y tardaron bastante en ser incorporadas al texto. Esta condena oficial de la teoría de Copérnico se refería a su consideración de representar la realidad física, pero dejaba abierta su utilización como una hipótesis astronómica. El paso dado, sin embargo, iba a tener consecuencias muy serias. Tres años más tarde, se incluyó en el Índice la obra de Kepler, *Epitome astronomiae Copernicanae*, en la que, como hemos visto,

11. A. FANTOLI, *op. cit.*, cap. 3: «Epilogue to the Scriptural Controversy: The Revolutionibus is Listed in the Index», pp. 169-270; P.-N. MAYAUD, *La condamnation des livres Coperniciens et sa révocation à la lumière de documents inédits de la Congrégation de l'Inde et de l'Inquisition*, Pontificia Università Gregoriana, Roma 1997.

se defendía el acuerdo entre la teoría de Copérnico y las Sagradas Escrituras. En todo este proceso, el nombre de Galileo no es mencionado oficialmente para nada. Sin embargo, corrieron rumores por Roma de que Galileo había sido llamado por la Inquisición, que había abjurado de sus ideas y que se le habían impuesto severas penitencias. Para acallarlos, Galileo solicitó a Bellarmino una declaración que aclarase la situación. Bellarmino, en efecto, le firmó en mayo del mismo año un documento en el que se negaba que hubiera abjurado y que se le hubiera impuesto penitencia alguna, sino que tan sólo se le había comunicado la resolución del Índice sobre la obra de Copérnico, y que esta doctrina no podía ser enseñada ni mantenida.

6.6. La condena de Galileo

Galileo volvió a Florencia, donde prosiguió sus estudios científicos, engañándose a sí mismo y creyendo que las cosas no habían ido tan mal. Para entonces creía tener una prueba definitiva del movimiento de la tierra en el fenómeno de las mareas y pensaba que, con el tiempo, se levantaría la prohibición de la obra de Copérnico. De esta época es su polémica con Orazio Grassi, profesor del Colegio Romano, sobre los cometas observados en 1618. Ya anteriormente, entre 1612 y 1613, había mantenido otra agria polémica con otro astrónomo jesuita, Christopher Scheiner, profesor de la Universidad de Ingolstadt, sobre la prioridad en la observación de las manchas solares. Scheiner fue el primero en publicarlo en 1611, lo que molestó a Galileo, quien lo publicó en 1613, aduciendo que las había observado en 1610 y que Scheiner sabía de ello y no lo mencionaba. En realidad, las observaciones fueron independientes y realizadas más o menos al mismo tiempo, lo mismo que las de David y Johann Fabricius en Alemania, que las publicaron en 1611, y Thomas Harriot en Inglaterra, que no las publicó. En el caso de los cometas, Grassi defendía, siguiendo a Tycho Brahe, que éstos eran astros en el cielo, mientras Galileo seguía manteniendo que eran fenómenos en la atmósfera, de acuerdo con la doctrina aristotélica. Su respuesta final a Grassi está incluida en *Il saggiatore* (El ensayador, 1623), obra en la que trasciende el tema de la polémica para defender con fuer-

za el carácter experimental de la nueva ciencia, basada en las observaciones y no en la autoridad de los autores. La obra está dedicada al Cardenal Maffeo Barberini, que acababa de ser nombrado papa aquel mismo año y había tomado el nombre de Urbano VIII, el cual la leyó con agrado. Estas dos polémicas enturbiaron las buenas relaciones que Galileo había tenido con los jesuitas.

La elección del nuevo papa, con el que había tenido buenas relaciones amistosas, hizo concebir a Galileo la esperanza de que la Iglesia terminase aceptando el sistema de Copérnico, y con esta esperanza empezó a trabajar en una obra definitiva que mostraría la validez del sistema. Galileo creía tener la prueba definitiva del movimiento de la Tierra en el fenómeno de las mareas. Pensaba, erróneamente, que éstas eran debidas únicamente al doble movimiento de la Tierra y desechara la influencia de la luna en el fenómeno. En realidad, hasta que Newton propuso su teoría de la gravitación no quedó correctamente explicado este fenómeno, siendo precisamente la influencia de la luna el factor más importante. El libro se publicó, finalmente, en 1632 con el título de *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo). El libro está escrito en italiano en forma de un diálogo entre tres personajes: Salviati, que defiende el sistema de Copérnico y la nueva ciencia; Simplicio, que defiende la astronomía tradicional geocéntrica y la física aristotélica; y Sagredo, un noble en cuya casa se desarrolla el diálogo y que actúa como moderador. Técnicamente, Galileo pretendía que estaba presentando imparcialmente los dos sistemas, pero en realidad la obra es claramente una defensa del sistema de Copérnico. Aunque hubo en el siglo VI un comentarista de Aristóteles con el nombre de Simplicio, no cabe duda de que Galileo eligió el nombre con cierta ironía. El libro apareció con la aprobación del Maestro del Sacro Palazzo, Nicolás Ricardi, que era de la opinión de que en las cuestiones sobre el sistema del mundo no se trataba de la fe y no había que mezclar en ellas a la Escritura. Sin embargo, había propuesto a Galileo varias modificaciones del texto que, finalmente, no se hicieron. Cuando Ricardi recibió en Roma el libro publicado en Florencia, se dio cuenta de las dificultades que podía crear, lo embargó, y el problema pasó directamente al Santo Oficio. Las cosas habían cambiado en Roma, y el

ambiente de la corte papal no era propicio a Galileo. Sus enemigos convencieron a Urbano VIII de que Galileo, con la publicación del libro, había desobedecido la orden dada en 1616 y le había engañado. Además, la presencia en boca de Simplicio de un argumento que años atrás había utilizado Barberini no ayudó para nada¹².

En Julio de 1632, Urbano VIII conoció el contenido del *Diálogo*, y su reacción fue muy negativa. El embajador de Florencia trató en vano de interceder ante el papa en favor de Galileo. La buena disposición que el papa había mostrado anteriormente con Galileo fue convirtiéndose en un resentimiento cada vez mayor. Por otro lado, Urbano VIII se encontraba en una situación difícil, al haberse puesto de parte de Francia contra los intereses de España y el Imperio, cuyos representantes hacían sentir su presión. En octubre, el inquisidor de Florencia llama a Galileo, y empieza el proceso. Finalmente, Galileo fue llamado a Roma, adonde llega en Febrero de 1633. El proceso duró varios meses, en los cuales Galileo no estuvo en la cárcel de la Inquisición, como a veces se dice, sino en el palacio del embajador de Florencia y en el de su amigo el Arzobispo de Siena. Tampoco fue sometido a tortura, aunque a su avanzada edad todo el proceso constituyó una dura prueba. Todo concluye el 22 de Junio con la condena. Galileo fue llevado a la Iglesia de Santa María supra Minerva, y allí, de rodillas escuchó la sentencia: «Después de haber examinado cuidadosamente tu caso, Galileo, con tus declaraciones, tus disculpas y todos los considerandos oportunos... pronunciamos, sentenciamos y declaramos que tu, el susodicho Galileo... has sido encontrado, a juicio de este Santo Oficio, vehementemente sospechoso de herejía, a saber, de haber creído y sostenido la doctrina, falsa y contraria a las sagradas y divinas Escrituras, de que el Sol es el centro del mundo y no se mueve de este a oeste, y que la Tierra se mueve y no es el centro del mundo...». Después él mismo leyó su abjuración: «Yo, Galileo Galilei, hijo de Vincen-

12. Sobre los acontecimientos que condujeron a la condena de Galileo, véase A. FANTOLI, *op. cit.*, cap. 5: «The Resumption of the Copernican Program. The Dialogue is Published», pp. 319-388; F. BERETTA, «The Documents of Galileo's Trial», en E. McMULLIN (ed.), *op. cit.*, pp. 191-212; L. PASTOR, *op. cit.*, tomo XXVIII, pp. 287-304.

zo Galileo, florentino, de setenta años de edad... tras haber sido intimado mediante un precepto del Santo Oficio a abandonar totalmente la falsa opinión de que el Sol es el centro del universo y que no se mueve, y que la Tierra no es el centro del universo y que se mueve, y tras haberseme ordenado que no considerara, defendiera ni enseñara de ningún modo, ni de viva voz ni por escrito, la mencionada errónea doctrina, después de haberme notificado que dicha doctrina es contraria a las Sagradas Escrituras... por el hecho de haber escrito y publicado un libro en el que trato la dicha doctrina ya condenada y aportó razones en su favor sin llegar a conclusión alguna, he sido juzgado por el Santo Oficio como sospechoso de herejía... con sincero corazón y fe sincera abjuro, condeno y detesto los mencionados errores y herejías... y juro que en el futuro no volveré a decir ni presentar de palabra o por escrito ninguna cosa que pueda dar ocasión a una sospecha similar...». Tanto en el texto de la condena como en el de la abjuración se deja claro que la razón para la condena del heliocentrismo es por considerarlo contrario a las Sagradas Escrituras, cuya interpretación debía hacerse en sentido literal. El delito de Galileo consistía en haber publicado un libro defendiendo esta doctrina, a pesar de haber sido avisado con anterioridad de que no debía hacerlo¹³. Galileo regresó a Florencia, donde quedó bajo arresto domiciliario hasta su muerte en 1642. Allí reanudó su trabajo científico, y en 1638 publicó su gran obra de mecánica, *Discorsi intorno a due nuove scienze* (Discurso sobre las dos nuevas ciencias). Galileo, a pesar de sus problemas con las autoridades eclesiásticas, nunca dudó de su profunda fe cristiana. Toda su *Carta a Cristina de Lorena* reflejaba claramente su deseo de que la Iglesia entendiera que debía aceptar la astronomía copernicana. Su mirada sobre lo que él llamaba el «libro de la naturaleza» le lleva a exclamar: «La grandeza de Dios se descubre y se lee en el libro abierto del cielo». Aun después de su condena, decía en una carta: «No hay nadie que haya hablado con más fervor y devoción por la Iglesia que yo».

13. E. McMULLIN (ed.), *op. cit.*, segunda parte: «The Storm Breaks», pp. 57-261; A. FANTOLI, *op. cit.*, cap. 6: «The Storm Breaks Loose. The Trial and Condemnation of Galileo», pp. 389-486.

Mucho se ha escrito sobre esta condena, y de lo que no cabe duda es de que se había cometido un gran error y una grave injusticia. La historia que hemos visto brevemente no tardó en convertirse en el mito que considera a Galileo como el mártir de la ciencia. Ya en el siglo XVIII, Voltaire afirmaba que Galileo terminó sus días en los calabozos de la Inquisición por haber demostrado el movimiento de la Tierra. Otros autores, en el siglo XIX, como Draper, relatan que fue enviado a una prisión, donde fue tratado con cruel severidad los diez años restantes de su vida, y que se le negó sepultura en lugar sagrado. Wohwill y Brewster fueron más allá y aseguraron que fue torturado y que la espada de la Inquisición cayó sobre su postrado cuello. En realidad, la que salió más perjudicada fue la Iglesia misma, que ha tenido que cargar desde entonces con el peso de una decisión equivocada que ha marcado negativamente su relación con la ciencia. Aunque la prudencia, como pensaba Bellarmino, aconsejase entonces cierta precaución con respecto a la aceptación del nuevo sistema cosmológico, ello no justifica que la Iglesia se aferrara de tal modo a la interpretación literal de la Escritura y condenara a Galileo como opuesto a la fe cristiana, y menos aún que le obligara a abjurar de sus ideas. Las autoridades eclesíásticas no supieron desligarse de las cuestiones astronómicas, en las que no debieron haber entrado, y llegaron a considerar el heliocentrismo como doctrina herética o, al menos, sospechosa de herejía. Dado este primer paso en 1616 por los miembros del Santo Oficio refrendados por Pablo V, esas mismas autoridades, ahora con Urbano VIII a la cabeza, se extralimitaron al condenar con tanta severidad a Galileo, a quien obligaron a retractarse de sus ideas y confinaron en su domicilio por el resto de su vida.

6.7. La aceptación del heliocentrismo y la rehabilitación de Galileo

La prohibición de la teoría heliocéntrica, contenida en el Índice por la decisión de 1616, fue atenuándose en la práctica en ambientes católicos, a medida que fueron apareciendo más indicios de tal teoría era realmente plausible. Ya en el mismo siglo XVII, se consideraba que, a pesar de la condena, la teoría se podía uti-

lizar como una hipótesis astronómica para el cálculo de las posiciones de los planetas. También se reconocía que no se trataba de la definición de una verdad de fe, sino de una decisión disciplinar. Por otro lado, mientras no se presentase una demostración definitiva al respecto, de la que en realidad aún no se disponía, aunque las observaciones apuntaban cada vez más en esa dirección, otros sistemas que mantenían la posición central e inmóvil de la tierra, como el de Tycho Brahe, parecían igualmente plausibles. Este sistema fue adoptado por la mayoría de los astrónomos jesuitas desde 1620. Galileo creyó tener una demostración del doble movimiento de la tierra en las mareas, pero esto no era correcto. Hasta que Newton propuso la teoría de gravitación en 1687, no había ninguna justificación de la dinámica correcta del sistema planetario con el Sol en su centro. La prueba observacional del movimiento de la Tierra no se produjo hasta que, en 1729, James Bradley descubrió la aberración, debida a dicho movimiento, de la luz proveniente de una estrella; y la prueba definitiva se obtuvo en 1832, cuando Thomas Henderson observó el paralaje de un segundo de arco de la estrella Alfa-Centauro, lo cual fue corroborado por Friedrich Bessel en 1838 al observar el paralaje de la estrella 61-Cygni de un tercio de segundo. Poco a poco, la Iglesia se fue abriendo a estas ideas, y en 1741 la Inquisición autorizó la publicación en Padua de las obras completas de Galileo, incluido el *Diálogo*. El paso más importante no se dio hasta 1757, cuando el papa Benedicto XIV suprimió la condena de todos los libros que hablan del movimiento de la Tierra. Sin embargo, por un olvido, no se quitó del Índice la mención explícita de los libros de Copérnico, Galileo y Kepler. A pesar de ello, después de esta fecha se publicaron libros defendiendo el sistema heliocéntrico con permiso eclesiástico, como la traducción al italiano en 1777 de la obra copernicana del astrónomo francés Joseph Lalande, *Compendio di astronomia*, donde se cita el decreto de 1757 y se presenta una breve discusión del problema de la interpretación de los pasajes de la Escritura, y la publicación en 1806 de la obra del astrónomo italiano Giuseppe Calandrelli, *Opuscoli mathematici*.

En 1820, Giuseppe Settele, profesor de astronomía de la universidad de Roma, escribió un texto, *Elementi di ottice e di astronomia*, en el que se presenta el sistema heliocéntrico. Filippo Anfossi,

encargado de conceder el permiso para la publicación, lo niega, invocando que la obra de Copérnico seguía en el Índice. Settele acude al papa Pío VII, que ordena investigar la retirada de obras del Índice efectuada en 1757 y obliga a Anfossi a conceder la autorización. En 1820 y 1822, el Santo Oficio emitió dos decretos, aprobados por el papa, a favor de Settele, en los que se autorizan las obras que «tratan de la movilidad de la tierra y la inmovilidad del sol, según la opinión común de los astrónomos modernos», con lo que se concedió el permiso de publicación. Sin embargo, la retirada formal del Índice de las obras de Copérnico y Galileo sólo se produjo en 1835 por orden del papa Gregorio XVI¹⁴.

Los últimos capítulos en la historia de la relación entre Galileo y la Iglesia tienen lugar ya en el siglo XX. En el Concilio Vaticano II (1962-1965) se plantea la posibilidad de referirse explícitamente al problema de Galileo; pero finalmente no hace nada al respecto. En su lugar, en la constitución sobre «La Iglesia en el mundo actual» (*Gaudium et Spes*) se reconoce la autonomía de la ciencia y se hace una referencia al caso de Galileo en una nota al texto¹⁵. En 1981, el papa Juan Pablo II crea una comisión, presidida por el Cardenal Paul Poupard, a la que se encarga examinar y revisar el caso de Galileo. Después de diversas vicisitudes, en 1992 la comisión reconoció que los jueces que juzgaron a Galileo, incapaces de separar la fe cristiana de una cosmología milenaria, creyeron injustamente que la revolución copernicana podría hacer vacilar la tradición católica, y que era su deber prohibirla. Este error subjetivo de juicio, tan claro para nosotros hoy, les condujo a incoar un proceso disciplinar por el que Galileo tuvo mucho que sufrir lo indecible. La comisión termina diciendo que «es necesario reconocer estas injusticias con lealtad». La comisión, sin embargo, se quedó corta a la hora de reconocer la responsabilidad de las autoridades eclesiásticas que intervinieron en la toma de decisiones equivocadas y que han afectado negativamente a la relación de la Iglesia católica con el mundo de la ciencia¹⁶.

14. P.-N. MAYAUD, *op. cit.*, caps. 4, 5 y 6.

15. CONCILIO VATICANO II, «Constitución sobre la Iglesia en el mundo actual» (*Gaudium et Spes*), n. 36, en *Constituciones, Decretos, Declaraciones*, BAC Madrid 1965, pp. 256-257.

16. P. POUPARD, «Estudio interdisciplinar sobre Galileo»: *Ecclesia* 2.607

6.8. Las iglesias anglicana y católica y la ciencia moderna

Acostumbrados a la publicidad que se ha dado al lado negativo de la relación entre ciencia y fe cristiana, como acabamos de ver en el caso de la condena de Galileo, apenas se tiene noticia del influjo positivo que ésta tuvo en la actividad de los científicos ingleses de los siglos XVII y XVIII. Un ejemplo de esta actitud se refleja en los estatutos de la *Royal Society* de Londres, que exhortaba a sus miembros a dirigir sus estudios a la gloria de Dios y el beneficio de la raza humana, y a la que pertenecía un buen número de eclesiásticos de la Iglesia Anglicana. Según el padre de la sociología de la ciencia, Robert K. Merton, el puritanismo protestante en Inglaterra fue un elemento positivo e impulsor del renacimiento científico en esta época¹⁷. El núcleo de este elemento impulsor de la ciencia en el movimiento protestante inglés se puede ubicar en el cambio de la contemplación monacal medieval por la experimentación activa y el aprecio de la racionalidad secular de la naturaleza. La aprobación y fomento de la ciencia natural se basaba en que ella permitía un mayor aprecio de la naturaleza, que conduce a admirar y ensalzar el poder, la sabiduría y la bondad de Dios que se manifiesta en su creación. Para muchos científicos ingleses de esta época, la actividad científica experimental era considerada en sí misma como una tarea de carácter religioso. El físico experimental y primer secretario de la *Royal Society*, Robert Boyle, uno de los representantes más notables de esta corriente, expresó tal idea y rechazó la oposición de algunos teólogos a la práctica de la ciencia, afirmando que «quienes tratan de apartar a los hombres de las diligentes investigaciones de la naturaleza siguen un camino que tiende a frustrar estos dos fines mencionados de Dios [su gloria y el bien de los hombres]». Para Boyle, «el conocimiento de las obras de Dios nos inspira admiración, y ellas participan y revelan tanto de las inagotables perfecciones de su Autor que, cuanto más las contemplamos, tantas

(1992), 22-23; G.V. COYNE, «The Church's Most Recent Attempt to Dispel the Galileo Myth», en E. McMULLIN (ed.), *op. cit.*, pp. 340-359.

17. R.K. MERTON, *La sociología de la ciencia*, Alianza, Madrid 1977, vol. 2: «El estímulo puritano a la ciencia», pp. 309-338.

más huellas e impresiones descubrimos de las perfecciones de su Creador, y nuestra mayor ciencia no puede sino inspirarnos una más justa veneración de su omnisciencia»¹⁸.

John Wilkins, profesor de matemáticas de la Universidad de Cambridge, afirmaba que «el estudio experimental de la naturaleza es el medio más efectivo para suscitar en los hombres la veneración hacia Dios». Otros representantes de esta tendencia son Isaac Barrow, que ocupó la cátedra Lucasiana de matemáticas antes que Newton, y John Walis, que inició estudios conducentes al cálculo infinitesimal, así como el botánico John Ray y el zoólogo Francis Willoughby. En ellos influyó como estímulo al trabajo científico la ética protestante con su fuerte elemento utilitarista. Se ha de destacar que se trata de una ética religiosa en la que el principio fundamental es que las obras han de orientarse a la gloria de Dios y al bien de los hombres. Estos científicos no sólo se identificaban explícitamente con la tradición cristiana en la que habían sido educados, sino que muchos de ellos expresaban haber recibido una verdadera experiencia religiosa a través de la contemplación de las maravillas de la naturaleza. Según Merton, los esfuerzos de Wilkins, Boyle o Ray para justificar su interés por la ciencia no eran una obsequiosidad oportunista, sino el más serio intento de justificar la ciencia ante Dios. Con tales esfuerzos trataban de demostrar que la ciencia era para el cristiano una vocación legítima y deseable. Más aún, algunos de estos autores, como Barrow, Wilkins y Ray, eran clérigos de la Iglesia Anglicana y simultaneaban el trabajo científico con el servicio eclesiástico¹⁹.

La figura central de la ciencia, Isaac Newton, participó en Inglaterra de esta corriente. Al final de su gran obra, *Principia Matemática*, en el esolío general, reconoce la dependencia del mundo de Dios creador, y escribe: «Este elegantísimo sistema del Sol, los planetas y los cometas sólo puede tener origen en el consejo y dominio de un Ser inteligente y todopoderoso... Debido a esa dominación, suele llamársele “Señor Dios”, “Pantocrátor” o “Dueño

18. R. BOYLE, *Usefulness of Experimental Natural Philosophy*, citado en R.K. MERTON, *op. cit.*, p. 331.

19. R.G. OLSON, *op. cit.*, cap. 4: «Science and Religion in England, 1590-1740», pp. 83-110.

universal"». Al final de su segunda gran obra, *Óptica*, invoca también a Dios como creador de los átomos y extiende su argumento, del orden del sistema planetario que «exige el reconocimiento de una voluntad e inteligencia», a los seres vivos: «así mismo, los instintos de los brutos y de los insectos no pueden deberse más que a la sabiduría y habilidad de un Agente todopoderoso y siemprevivo». También en esta obra identifica Newton el espacio absoluto con el «sensorio de Dios» (*sensorium Dei*), es decir, el medio por el que Dios se hace presente a toda la creación. Durante toda su vida, Newton mantuvo un gran interés por los estudios teológicos, que en sus últimos veinte años de vida se convirtieron en el centro de su actividad. Entre sus estudios de carácter histórico y teológico se encuentran la cronología de los antiguos reinos, observaciones sobre la profecía de Daniel y un comentario sobre el libro del Apocalipsis. Estos escritos no estaban pensados para darse a conocer y no fueron publicados hasta después de su muerte. En ellos y en los abundantes manuscritos de carácter religioso, Newton adopta a veces una postura poco ortodoxa, en virtud de la cual rechaza la doctrina tradicional cristiana de la Trinidad y considera que Jesucristo y el Espíritu Santo, aunque de carácter divino, están subordinados a Dios Padre. La figura de Dios Padre creador es la que llena su pensamiento. En un documento inédito que es como su acto de fe, empieza diciendo: «Hay un solo Dios Padre, eterno, omnipresente, omnisciente, todopoderoso, hacedor del cielo y de la tierra, y un mediador entre Dios y los hombres, el hombre Jesucristo»; y concluye: «debemos adorar al Padre solo como Dios Todopoderoso, y a solo Jesús como el Señor, el Mesías, el Gran Rey, el Cordero de Dios que fue sacrificado y nos ha redimido con su sangre y nos ha hecho reyes y sacerdotes». A pesar de sus ideas heterodoxas, que nunca dio a conocer durante su vida, Newton no fue, pues, un deísta, sino que creía firmemente que el cristianismo es la verdadera religión que es coherente con la teología natural. Al igual que otros autores ingleses de su época, creía firmemente que la teología natural, que tiene su fundamento en el conocimiento racional de la naturaleza, era valiosa porque proporcionaba un soporte racional a la teología cristiana²⁰.

El pensamiento de Newton tuvo mucha influencia en los autores ingleses de teología natural, como John Ray, William Paley y Thomas Paine. Ray, en su obra *The wisdom of God manifested*

in the Works of the Creation (La sabiduría de Dios manifestada en las obras de la creación, 1705), insiste en que la fe en Dios debe demostrarse con argumentos sacados de la luz de la naturaleza y las obras de la creación, del mismo modo que los otros autores de la tendencia de la teología natural se basan en el argumento del diseño. Para él no hay mayor y más convincente argumento de la existencia de Dios que la maravillosa disposición, orden y fines que se descubren en la fábrica del cielo y la tierra. El argumento del diseño indica la necesidad de descubrir en las obras de la naturaleza la operación de un arquitecto inteligente que ha orientado todas y cada una de ellas de forma maravillosa para sus fines. Como ya vimos (cap. 3.8.), la figura más representativa de este movimiento es William Paley, con su obra *Natural Theology* (Teología natural, 1802). Algunos de estos autores llegaron a decir que el conocimiento de Dios a través de sus obras en la naturaleza era superior al que proporciona la Revelación²¹. Esta visión fue promovida hacia 1830 en los llamados *Bridgewater Treatises*, una colección de tratados establecida por Francis Henry Bridgewater que debían tratar «sobre el poder, la sabiduría y la bondad de Dios manifestada en la creación». La colección, creada para defender la presencia del diseño divino en la naturaleza, se inició con una obra de Thomas Chalmers, y se publicaron ocho volúmenes. Esta corriente pasó también, aunque con menos fuerza, a la Europa continental. Un autor que tuvo gran influencia fue Noël Antoine Pluche, con su obra *Spectacle de la Nature* (Espectáculo de la naturaleza, 1750), que fue traducida al italiano y al español.

En contra de lo que suele a veces afirmarse, la condena de Galileo no supuso el fin del desarrollo de la ciencia en el ámbito católico. Para empezar, no fue un obstáculo para el mismo Galileo, que, como ya hemos visto, publicó después de su condena su in-

-
20. R.S. WESTFALL, *Isaac Newton, una vida*, Cambridge University Press, Madrid 2000, pp. 285-287; R. HALL, *Isaac Newton. Adventurer in Thought*, Cambridge University Press, Cambridge 1996, pp. 370-376.
21. J.H. BROOKE, *Science and Religion. Some Historical Perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge 1991, cap. VI: «The Fortunes and Functions of Natural Theology», pp. 192-225; M.C. JACOB, «Christianity and the Newtonian Worldview», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *op. cit.*, pp. 238-255.

fluyente obra de mecánica. En Italia, su obra fue continuada por autores como Giovanni Borelli y Evangelista Torricelli. En Francia, los arquitectos de la revolución científica, como René Descartes, Pierre Gasendi (eclesiástico), Blaise Pascal y Marin Mersenne (religioso de la orden de los Mínimos), fueron devotos católicos. Descartes, educado por los jesuitas en el colegio de La Flèche durante ocho años, se consideró siempre un católico fiel y se mantuvo profundamente religioso durante toda su vida. Él fue el iniciador de la corriente mecanicista, que reduce todos los procesos materiales a interacciones mecánicas. Así, concibe el cuerpo humano mismo como una máquina, pero no olvida a su Hacedor: «se puede mirar el cuerpo como un máquina hecha por las manos de Dios». Un punto esencial del nuevo sistema filosófico de Descartes era la existencia de Dios, cuya demostración se basaba para él en la existencia en la mente humana de la idea misma de Dios. A este tema dedica una extensa discusión en la primera parte de sus *Principia philosophiae* (Principios de filosofía, 1644), donde, siguiendo a San Anselmo, dice: «Se puede demostrar que hay un Dios y demostrarlo sólo a partir de que la necesidad de ser o de existir está comprendida en la noción que de él tenemos». Después de haber examinado la naturaleza del movimiento, afirma: «Dios es la primera causa del movimiento y mantiene constante la cantidad de movimiento en el universo». Finalmente, Dios es para él la última causa de la existencia de leyes en la naturaleza: «A partir del hecho de que Dios actúa siempre de la misma forma, podemos llegar al conocimiento de ciertas reglas que yo denomino “leyes de la naturaleza”»²². Por otro lado, la existencia de Dios y su bondad eran para él la garantía de la existencia del mundo exterior. A pesar de que sus obras fueron incluidas en el Índice después de su muerte, Descartes se consideró siempre un fiel miembro de la Iglesia.

El caso de Pascal es aún más impresionante. Después de sus contribuciones a la física, concretamente en relación con el problema del vacío y la presión atmosférica, y a las matemáticas, con sus estudios de geometría y la teoría de probabilidades, se dedicó

22. R. DESCARTES, *Principios de la Filosofía*, Alianza, Madrid 1995, pp. 30-45, 96-98.

totalmente a los temas religiosos en el convento de Port-Royal, donde escribió sus famosos *Pensées* (Pensamientos, 1670), de profundo sentimiento cristiano. Para él, aunque la razón puede establecer una prueba de la existencia de Dios, sólo una aceptación directa e intuitiva de Dios puede garantizar la fe; y esa aceptación es algo del corazón, no de la mente. En uno de los primeros pensamientos dice: «La fe es diferente de la prueba. La una es humana, y la otra es un don de Dios. Es ésta la fe que Dios mismo pone en el corazón, cuyo instrumento es a menudo la prueba. Pero esta fe está en el corazón y hace decir, no “sé”, sino “creo”». Para él, Dios no era el Dios de los filósofos al que sólo se llega por la razón: «El Dios de los cristianos no consiste en un Dios autor simplemente de las verdades geométricas y del orden de los elementos: ésta es la parte de los paganos... El Dios de Abraham, el Dios de Isaac, el Dios de Jacob, el Dios de los cristianos, es un Dios de amor y de consolación... Todos cuantos buscan a Dios fuera de Jesucristo y se detienen en la naturaleza... caen en el ateísmo o en el deísmo». Ya anteriormente había dicho: «No conocemos a Dios sino por Jesucristo. Sin este mediador desaparece toda comunicación con Dios»²³. Pascal se aparta de la corriente de la teología natural, que pretendía llegar a Dios por la razón desde la consideración de la naturaleza, para apoyar su fe en la revelación y la experiencia personal. Con Mersenne mantuvo una abundante correspondencia científica, y el grupo en su entorno fue la semilla de la futura *Académie des Sciences*. Gasendi defendió el atomismo, añadiendo que Dios había creado un número grande pero finito de átomos y les había dado su movimiento inicial. De él se dijo que había bautizado el atomismo de Epicúreo²⁴. El holandés Christian Huygens, que propuso la teoría ondulatoria de la luz, señalaba que, «precisamente para manifestación de la providencia y la admirable sabiduría de Dios, creador de todos estos mundos, aportaremos varias consideraciones. Así nuestro estudio saldrá al paso de quienes sostienen y propa-

23. B. PASCAL, *Pensamientos*, Alianza, Madrid 1994, pp. 144, 73.

24. R.G. OLSON, *op. cit.*, cap. 3: «Science and Catholicism in the Scientific Revolution, 1550-1770»; G. MINOIS, *L'Église et la science. Histoire d'un malentendu*, vol. 2: «De Galilée à Jean-Paul II». Fayard, Paris 1991, cap. 1: «La science mécaniste, cas de conscience dans l'Église du XVII siècle».

gan opiniones falsas, como la del origen de la tierra por el concurso fortuito de los átomos, o la de su existencia necesaria y eterna»²⁵.

Puede llamar la atención, tanto en Inglaterra como en Francia, la dedicación a la ciencia de eclesiásticos y religiosos. Entre las órdenes religiosas de la iglesia católica con una presencia activa en la ciencia en esta época, destaca la Compañía de Jesús. Ya vimos al hablar de Galileo sus relaciones con Clavius y las dos polémicas científicas con dos jesuitas, Orazio Grassi y Christopher Scheiner, sobre la naturaleza y localización de los cometas y las manchas solares. Otros jesuitas hicieron importantes contribuciones científicas, como es el caso de Francesco Grimaldi, descubridor del fenómeno óptico de la difracción, que es citado por Newton, y el astrónomo Giambattista Riccioli, que modificó el sistema astronómico de Tycho Brahe; los dos juntos produjeron uno de los primeros mapas de la topografía de la superficie de la luna. A la óptica y el magnetismo contribuyó el jesuita alemán Athanasius Kircher, quien fue también uno de los primeros en elucubrar sobre el interior de la tierra, ubicando en él conductos de fuego, agua y aire con los que vinculaba los fenómenos de los volcanes y los terremotos. Finalmente, el croata Roger Buscovich propuso una novedosa teoría atómica por la que los átomos son puntos sin dimensiones, centros de fuerzas que, de repulsivas, pasan a ser atractivas con la distancia. Los jesuitas crearon en sus colegios y universidades en Europa un gran número de observatorios astronómicos en los que también se hacían observaciones meteorológicas y magnéticas. Los misioneros jesuitas fueron los primeros en extender los conocimientos de la moderna astronomía europea en China y la India. En China participaron en la reforma del calendario y ocuparon la dirección del Observatorio Astronómico Imperial en Pekín desde 1645 a 1773. Entre las figuras más importantes de esta verdadera saga de trasvase científico entre Occidente y Oriente destacan las figuras de Matteo Ricci, que tradujo al chino por primera vez el libro de geometría de Euclides; Johann Schall, primer director del observatorio, a quien el emperador encargó la reforma del calendario chino; y

25. Ch. HUYGENS, *Kosmotheoros* (obra póstuma).

Ferdinand Verbiest, que construyó nuevos instrumentos astronómicos para el observatorio que todavía se conservan, y publicó en chino varios libros de astronomía europea. Astrónomos jesuitas trabajaron en la India, en el siglo XVIII, en el observatorio de Jaipur, construido por el rajá Sawai Jai Singh²⁶. Los jesuitas consideraron su trabajo científico como una parte importante de su labor apostólica. En ningún caso fue la religión un obstáculo para su labor científica.

En conclusión, y atendiendo a los ejemplos que hemos tratado, podemos decir que tanto en el ámbito protestante como en el católico los científicos de la primera generación de la ciencia moderna no consideraron que hubiera ninguna oposición entre la ciencia y su fe cristiana. Más aún, en muchos casos, dentro de sus mismos trabajos científicos aparecen consideraciones de tipo religioso. En esta época, aunque a menudo no se quiere reconocer, las propuestas científicas están vinculadas con consideraciones teológicas²⁷. En concreto, por ejemplo, tanto para Newton como para Descartes, aunque de distinto modo, Dios es necesario para comprender la naturaleza y funcionamiento del mundo material. Una de las razones por las que Newton rechazó la física mecanicista de Descartes era, precisamente, porque consideraba que ella conducía al ateísmo.

26. A. UDÍAS, *Searching the Heavens and the Earth. The History of Jesuit Observatories*, Kluwer Academic, Dordrecht 2003, caps. 2 y 3.

27. J.L. MONTESINOS, *Ciencia y Teología (Física, Matemáticas y Teología en los orígenes de la ciencia moderna)*, Asociación Cultural Cabrera y Galdós, Tegueste 2007.

7. Cosmología y creación. Origen del universo

7.1. Del universo mágico al universo 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 comprender también el conjunto de todas ellas, es decir, el 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 futuros¹. Junto con la visión de la naturaleza del universo, se plantea también la cuestión de su origen y de cómo ha llegado a ser tal 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 se le plantean sobre su naturaleza y origen, el hombre adopta diversos puntos de vista, que hoy podemos distinguir 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 que no se reconozca muchas veces, estos puntos de vista se confunden en cuestiones que traspasan inadvertidamente las fronteras que hemos establecido entre ellos. Aunque actualmente la cosmología, que se considera 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 invaden el terreno de la filosofía e incluso de la teología. Por otro lado, el público en ge-

1. Helge S. KRAGH, *Conceptions of Cosmos. From Myths to the Accelerating Universe: A History of Cosmology*, Oxford University Press, Oxford 2006.

neral tiene una visión del universo, a través de popularizaciones de la ciencia, que tan sólo refleja débilmente, de forma confusa y generalmente mal comprendida, lo que la ciencia conoce hoy acerca de dicho universo. Más aún, por lo que se refiere a una gran parte de la población, su visión del universo puede todavía corresponder a la de épocas pasadas e incluso, prácticamente, a la de los pueblos primitivos. A pesar de los avances de la ciencia, es sorprendente cómo, en el nivel popular, mezcladas con elementos de los nuevos conocimientos, sobreviven también visiones del pasado.

Siguiendo en parte el esquema de Edward Harrison, podemos dividir el desarrollo de las visiones del universo a lo largo de la historia en las siguientes: mágica, mítica, geométrica, teológica, mecanicista y evolutiva². La concepción más antigua del hombre es la concepción mágica del universo, que podemos suponer estuvo extendida entre los grupos humanos cazadores y recolectores que se remontan al menos al periodo que media entre los años 30.000 y 4.000 a.C., y hasta es posible que en épocas aún más tempranas. No tenemos ninguna evidencia directa al respecto, pero podemos deducirlo de las concepciones de los pueblos primitivos actuales. Al menos sabemos que los hombres que decoraron hace más de 15.000 años cuevas 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 de tener una determinada visión del mundo que les rodeaba. Los que construyeron el misterioso monumento de Stonehenge, en el sur de Inglaterra, posiblemente lo utilizaran como un primitivo observatorio astronómico. Es muy probable que estos hombres primitivos, como lo hacen muchos de los pueblos primitivos actuales, consideraran que la naturaleza se encuentra animada por espíritus buenos y espíritus malos. Puede que esta extrapolación no sea del todo correcta, pues los que conocemos hoy como «pueblos primitivos» que existen actualmente y que no se han visto contaminados por el omnipresente hombre moderno –lo cual resulta bastante difícil de por sí– poseen ya complejos sistemas de aproximación a la naturaleza, aunque en ellos el animismo sea

2. Edward HARRISON, *Masks of the Universe. Changing Ideas on the Nature of the Cosmos*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.

bastante común. Es natural que la propia experiencia de sentirse un ser vivo, consciente y poseedor de un espíritu lleve al hombre a aplicarla también a los animales, a las plantas y al resto de la naturaleza, considerándolos también como seres vivos y conscientes. En este tipo de visión de la naturaleza, no sólo los animales y las plantas, sino también los astros, las montañas y los ríos poseen 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 lo que debe ser tratada como los hombres se tratan unos a otros, y aun con veneración.

Podemos asumir, pues, que la primera visión del hombre del universo corresponde a una visión mágica. Le 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 en su beneficio. Ante una naturaleza que en muchas de sus manifestaciones (tormentas, rayos, terremotos...) se convertía en una amenaza para el hombre, el desconocimiento que éste tiene del mecanismo que regula estos sucesos le lleva a emplear el 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 sólo presente en los pueblos primitivos. Pero no cabe duda de 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 práctica mágica. La ciencia moderna y la técnica han «desencantado» la naturaleza, desposeyéndola de su carácter sagrado, lo que ha llevado a una visión mecanicista y pragmática 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 perviven 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 de los poderes político y religioso, y éstos influyen en su visión del universo. Si las primeras ciudades tienen su origen hacia el 10000 a.C., la primera es-

critura se remonta tan sólo al 4000 a.C., aproximadamente. 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 la religión de cada pueblo a las preguntas más fundamentales del hombre acerca de sí mismo y del mundo que le rodea. En ellos, y en un lenguaje generalmente poético, se propone cuál es el origen de todo: dioses, hombres y cosas. En los mitos, la naturaleza y los dioses suelen a menudo 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 éstos, por generación, a otros. Esta idea de la existencia 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 sí 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 ambas historias se mezclan.

La diferencia entre la concepción mítica y la concepción mágica del universo 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 bien han sido producidos por los dioses que los rigen. De alguna manera, el mundo animado de la concepción mágica, en el que todo es sagrado, da paso a un mundo en el que lo profano y lo sagrado están separados, aunque regidos por los dioses. La estructura socio-política-religiosa de las ciudades y estados emergentes da origen, además, a nuevas necesidades, como la regulación de las fiestas y del trabajo, para lo que es necesario un calendario, la preocupación por la salud, las medidas del terreno y los granos y el comercio, lo cual va a dar origen a una astronomía, una medicina, una geometría y una aritmética incipientes. Junto con las explicaciones mitológicas del origen del cielo y la tierra, aparecen ya en Egipto y en Mesopotamia las primeras observaciones de los astros, sobre las que se puede establecer un calendario fiable. Aunque se piensa que son los dioses los que gobiernan el movimiento de los astros, ello no

es obstáculo para que los astrónomos babilónicos estudien con detenimiento el movimiento del Sol y la Luna con relación a la Tierra, los eclipses de Sol y de 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, continúa viva hasta nuestros días, a pesar de los desarrollos de la astronomía y la astrofísica modernas. Tenemos ya, por tanto, en las civilizaciones antiguas, 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 que la Tierra era plana y se hallaba rodeada de agua, con el cielo encima como una bóveda semiesférica en la que estaban situados los astros. Dado que 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. Un modelo que, como ya vimos, aparece ya en los libros antiguos 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 concepción 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 posi-

ción 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 a la Tierra flotando en el espacio, rodeada de un universo esférico en el que ella ocupa el 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. Se trata de un universo esférico de dimensiones finitas, cuyo centro lo ocupa la Tierra, y su límite exterior las estrellas fijas. Los planetas están fijos a una serie de 27 esferas homocéntricas que giran con distintos ejes. El conjunto permitía reproducir con bastante exactitud el movimiento relativo de los planetas vistos desde la Tierra, suponiendo que sólo se dan movimientos circulares. Aristóteles dio a este modelo geométrico una realidad física, aumentando a 52 el número de esferas, a las que consideró formadas de un material cristalino e inmutable, el éter, que constituía la naturaleza del mundo celeste por encima de la órbita de la Luna. El mundo terrestre, por el contrario, está formado por mezclas de los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego) y está sujeto a cambio, generación 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, Ptolomeo recogió toda la tradición astronómica geocéntrica griega en su gran obra, conocida por su nombre árabe, *Almagesto*, que seguiría vigente en Occidente hasta que, en el siglo XVI, Copérnico propone el sistema heliocéntrico. Los astrónomos griegos realizaron medidas de las distancias entre los astros que, aunque no muy exactas se basaban en métodos geométricos válidos, y dieron también dimensiones al universo en términos del radio de la Tierra, que habían conseguido medir con bastante exactitud. 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 a los modelos cosmológicos otras características no relacionadas con las observaciones. Las ideas provenientes de las escuelas pitagórica 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, atribuyendo 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 tanto, infinito y eterno. Añadió además un proceso puramente mecánico, por el cual el universo parte de un estadio primitivo caótico para organizarse mediante 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 puro 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 cómo 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 incompatibles con la fe cristiana, como la eternidad y el carácter necesario del universo, su infinitud y su dependencia absoluta del 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 consecuencias teológicas del hecho de considerarlo creado por Dios en el tiempo: de una duración limitada, por lo tanto. A par-

tir del relato del Génesis se propusieron las primeras estimaciones de la edad del universo, como la de 5611 años propuesta por Eusebio de Cesarea (siglo IV) y citada por San Agustín. El universo tendría una duración limitada y estaría destinado a concluir con la venida gloriosa de Cristo al final de los tiempos, lo cual inauguraría 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: estático y de dimensiones finitas. De esta forma, la imagen del universo quedaba encuadrada en el esquema teológico cristiano. Salvando las líneas generales del modelo, algunos elementos eran discutidos. Por ejemplo, determinados autores, como ya hiciera Capella en el siglo V, proponían que Venus y Mercurio giraban alrededor del Sol y no 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 de 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 se preguntaba 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, sobre todo de Kepler y Galileo, supusieron 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 vacío, fue abriéndose 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 calificar de «mecanicista» la nueva imagen del universo. El título de la obra de Laplace, *La mecánica celeste* (1799-1825), 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 halla distribuido un número de estrellas que muchos consideran también infinito. Aunque al principio el universo se consideró centrado en el Sol, poco a poco esta idea fue diluyéndose, 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 conllevó también un cambio en la imagen de Dios, según la corriente deísta, como el diseñador y arquitecto de un universo que, una vez creado y sometido a unas leyes, funciona por sí mismo sin necesidad de intervención alguna de Dios. Para los autores explícitamente ateos, que, como ya vimos, empiezan a aparecer en el siglo XVIII, el universo era eterno e inmutable, o bien sujeto a una serie 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 propuso la teoría según la cual, 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, que él denominó «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 desarrolló Laplace en 1796 con 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 para Laplace, el universo no había tenido siempre el mismo aspecto que tiene ahora, aunque todavía no se hablaba 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, del que se desprendió el material que dio origen a los planetas. El universo newtoniano era considerado por la mayoría como de dimensiones infinitas, aunque no faltaron quienes 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 acerca de 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 y a enormes distancias. El problema de su duración vino a complicarse con la propuesta de Rudolf Clausius, en 1850, de la segunda ley de la termodinámica, según la cual el universo acabaría con su muerte térmica al llegar a un último estado de equilibrio térmico, por lo que tampoco podía haber existido siempre. Esto llevó al debate de si el universo tenía una duración ilimitada o no. De todas formas, la edad bíblica de la tierra (de aproximadamente 6.000 años) se había abandonado ya frente a las propuestas de una duración mucho mayor, como la de Buffon, que cifraba dicha edad en varios cientos de miles de años, o la de geólogos como Charles Lyell y físicos como Lord Kelvin, que elevaban la cifra a millones de años. Durante el siglo XIX, el universo newtoniano se consideraba indistintamente como finito o infinito, estático o dinámico, ilimitado o limitado en su duración..., sin observaciones ni argumentos decisivos que inclinasen la balanza hacia uno u otro lado.

7.2. El universo evolutivo

A principios del siglo XX, nuestra imagen del universo se vio definitivamente modificada por la combinación de dos poderosos argumentos, a saber: 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 la hipótesis de que el universo a gran escala es de densidad uniforme e isótropo; es decir, que sus características son las mismas en todas las direcciones, que posee una masa finita y que el espacio tiene 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, de acuerdo con la teoría de la relatividad. Para obtener una solución a sus ecuaciones, en las que el universo fuera estático, Einstein introdujo la llamada «constante cosmológica» (designada con la letra griega *lambda*: Λ), con un valor positivo. Más tarde, cuando se generalizó la idea del universo en expansión, Einstein diría que ésta había sido su mayor equivocación. Sin embargo, esta constante, como veremos más adelante, sigue desempeñando un papel importante en los modelos actuales del universo. Las características del universo vienen dadas por su densidad (10^{-30} g/cm³), su masa total (10^{51} kg.) y su tamaño (10^{23} km). A partir de esta propuesta de Einstein, todos los modelos del universo estarán basados en las ecuaciones de la relatividad general. El astrónomo holandés Willen De Sitter propuso en el mismo año 1917 soluciones en las que el universo está desprovisto de materia, pero 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 de 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 arguyó que, si realmente el universo estaba en expansión, se tiene que llegar a un tiempo en el pasado en el 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 difundidas por el astrónomo inglés Arthur Eddington. Sin embargo, la idea propuesta por Lemaître de un origen caliente y denso del universo no fue aceptada por la mayoría de los cosmólogos, que, aunque defendían un universo en expansión, lo consideraban de duración ilimitada. Una visión más física de la expansión del universo es la presentada por George Gamow en 1952, independientemente de las ideas de Lemaître, partiendo de la física nuclear.

Gamow 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 cual habría sucedido hace unos 17.000 millones de años. El origen del universo aparecía por primera vez con una fecha. Según Gamow, el átomo primitivo estaba formado por las partículas elementales entonces conocidas (protones, neutrones y electrones), cuya síntesis posterior durante los primeros momentos, cuando la temperatura era muy alta, habría dado origen, por síntesis, a los átomos de los distintos elementos. Gamow no tardó en caer en la cuenta de que sólo los átomos de hidrógeno y helio se podían haber formado en los primeros momentos del universo primitivo, y que los átomos más pesados tenían que haberse 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, y la mayoría de los cosmólogos seguía pensando en un universo sin principio ni fin. Podría pensarse que el asignar un origen al universo significaba relacionarlo con la idea cristiana de la creación. Hacia 1948, Hemann Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle, formados en la Universidad de Cambridge, propusieron un modelo de universo estacionario, es decir, cuya densidad se mantiene constante a lo largo del tiempo. De esta forma se extendía el principio cosmológico hasta incluir la idea de que el universo, se vea en el momento en que se vea, tiene la misma apariencia; y lo llamaron el «principio cosmológico perfecto». Dado que las observaciones astronómicas del movimiento de las galaxias, como veremos más adelante, ya habían indicado que el universo está actualmente en expansión, para mantener un estado estacionario de densidad constante estos autores postulaban una creación de materia que tendría lugar a un ritmo extraordinariamente lento. 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 jocosos, 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 sólida fundamentación 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. En 1865, Friedrich Zöllner propuso que las estrellas empiezan como cuerpos muy calientes y luminosos y se van apagando a medida que se enfrían. Otras propuestas proponían, por el contrario, que las estrellas 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. El origen de la energía de las estrellas fue explicado 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, el carbono y el 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 cuya 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 bien explotar en forma de una «supernova» que brilla con gran intensidad durante un cierto tiempo. Finalmente, queda el resto como una pequeña estrella de neutrones de gran densidad. El astrónomo indio Chandrasekhar, en 1935, propuso que el colapso gravitacional más dramático lleva a convertir la estrella en un «agujero negro», una pequeña región de espacio con una masa y una densidad tan altas 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 todas las masas estelares se habrían 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 según 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. 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 «H», la constante de Hubble, el cual encontró para esta constante el valor de 500 km/s-Mpc (Mpc es Megaparsec o un millón de pársec; el pársec es una unidad de distancia astronómica igual a 3 años luz), y actualmente tiene el valor de 70 km/s-Mpc. De acuerdo con esta ley, una galaxia a 30 millones de años luz se aleja de la tierra a una velocidad de 700 kilómetros por segundo. La relación descubierta por Hubble dejaba fuera de dudas que el universo está actualmente expandiéndose. 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, podemos obtener la edad del universo con un valor actual de unos 13.700 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 lo realizaron de forma casual Arno Penzias y Robert Wilson en los Laboratorios Bell, en New Jersey, en 1964. Mientras trabajaban con una antena direccional, 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 radiación con los restos de la gran explosión que dio origen al universo, como ya

había predicho Gamow. En realidad, su origen no corresponde al momento mismo del *big-bang* o tiempo cero, sino al momento (unos 300.000 años más tarde) en que la radiación se separa de la materia. Ya no cabía duda de que el universo se había iniciado 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 pudieron formarse las agrupaciones de materia en las galaxias separadas por enormes espacios prácticamente vacíos. Las observaciones del satélite COBE 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 una millonésima de unas partes a otras. Estas pequeñas heterogeneidades se pueden considerar como las semillas, en el origen mismo del universo, de lo que luego serán los cúmulos de galaxias y las propias galaxias. Un nuevo satélite WMAP, en 2003, confirmó estos resultados y dio lugar a un mapa más exacto y detallado de las heterogeneidades de la radiación. Ya no queda duda de que el modelo evolutivo del universo del *big-bang* está reforzado por las observaciones.

7.4. El modelo standard 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 standard del *big-bang*»³. Actualmente, de forma muy simplificada, las hipótesis básicas de este modelo son las siguientes:

3. Existen muchos libros de carácter divulgativo sobre nuestro conocimiento del universo; por ejemplo: Carole STOTT, *Images of the Universe*, Cambridge University Press, Cambridge 1991; Joseph SILK, *A Short History of the Universe*, Scientific American, New York 1994; Martin REES, *Antes del principio. El cosmos y otros universos*, Tusquets, Barcelona 1999; Seymour SIMON, *The Universe*, Harper Collins, Toronto 2006.

- la estructura global del universo y su evolución se ajustan a la teoría general de la relatividad, 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 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 sólo aportan un mínima parte;
- la interacción entre la materia se hace por las cuatro fuerzas fundamentales: gravitación, electromagnética, fuerza nuclear fuerte y fuerza débil;
- la materia ordinaria o visible, sin embargo, 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;

- 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 Λ ; materia oscura y energía oscura, por 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 $H = 70$ km/s/Mpc. Como el valor de la densidad de materia normal observada es de 0.25 átomos/ m^3 (una veinteva parte del valor crítico, que es de 5 átomos/ m^3), 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 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 la teoría de que en las primeras fracciones del primer segundo (antes de 10^{-30} de segundo)

el tamaño del universo aumentó rapidísimamente. Durante ese 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 ese tiempo, la fuerza de expansión era mucho más rápida que lo es actualmente, y más tarde la expansión se ha decelerado. Para explicar aquella 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 tan sólo 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 quince 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 ese 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 cap. 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 1.000 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 la radiación, haciéndose el universo transparente a la luz. Al mismo tiempo, se forman los primeros átomos neutros por la captura de los electrones libres por los núcleos atómicos. En esta época, la temperatura ha descendido 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 actua-

les, 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, antiprotones (de carga negativa) y neutrones para los núcleos 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 de energía en forma de fotones, y la energía se convertía en materia, produciéndose 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, desaparezcan las antipartículas y queden solamente protones, debido a la mayor abundancia de éstos que de las antipartículas. En un tiempo más tarde de un segundo, a una temperatura de 10^{10} °K, se aniquilan todos los positrones y quedan sólo electrones libres, que eran también un poco más abundantes. De esta forma desaparece del universo la antimateria. El porqué de esta pequeña asimetría a favor de la materia no queda del todo explicado, si no es por el hecho de la existencia actual sólo de materia y la desaparición de la antimateria. Actualmente, la proporción entre protones (materia) y fotones (energía) es de uno a mil millones. Como los fotones han surgido de la aniquilación en la interacción entre partículas y antipartículas, ello 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, cuando 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 de 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 para formar He, y después, a grandes presiones y temperatura, 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 300.000 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 disociar los átomos, 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 heterogeneidades, como ya vimos, son las semillas de las estructuras cósmicas (galaxias y cúmulos), que se forman por atracción gravitacional.

7.5. Cuestiones cosmológicas

El rápido desarrollo de la cosmología en los últimos años ha llevado a plantear múltiples cuestiones con respecto a la naturaleza, las condiciones iniciales y el 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 de que el universo, ya desde su inicio, debió tener aquellas propiedades que permitieran el desarrollo posterior de la vida 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 habría 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, sólo puede tener valores dentro de unos márgenes muy precisos. Por ejemplo, si el universo se hubiera expandido más lentamente de lo que lo ha hecho, se habría colapsado sin haber dado tiempo a que se formaran las galaxias o se desarrollara la vida. Si, por el contrario, lo hubiera hecho más deprisa, tampoco se habrían formado nunca las galaxias, y el universo estaría formado exclusivamente por átomos de hidrógeno y de helio, que se habrían expandido indefinidamente. La existencia de materia oscura es necesaria también en orden a 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.

El astrofísico inglés Martin J. Rees ha resumido esta situación en lo que ha denominado los «seis números mágicos de la física»⁴. Éstos son: 1) La proporción entre la fuerza electromagnética y la gravitatoria (10^{36} veces mayor la primera). Si ésta 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 fuera menor, no se combinarían. Ambas cosas harían imposible la formación de las estrellas. 3) La densidad cósmica de la materia (visible y oscura, 2 átomos/ m^3) similar a la crítica (5 átomos/ m^3). Si fuera mayor, el universo se 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 heterogeneidades 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 Λ 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 la del tiempo. Si las dimensiones fueran menos o más, las leyes de la física serían distintas de las que conocemos.

La simple constatación de esta situación, que puede formularse diciendo: «dado que nosotros existimos, las cosas han debido ser como han sido, es decir, han de ser compatibles con este hecho», se 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 qué el margen de los valores de las constantes físicas es tan estrecho, de forma que una variación muy pequeña habría hecho imposible la vida tal como la conocemos. Otra formulación del principio, a la que se da el nombre de «principio antrópico fuerte», implica una

4. Martin REES, *Just Six Numbers. The Deep Forces that Shape the Universe*, Basic Books, New York 2000.

cierta finalidad o diseño en el universo, que estaría orientado desde su origen a 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 al 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 que lo 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, pues, uno de los muchos universos existentes que, por puro azar, reúne 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 con características más parecidas a las del nuestro, aunque no se explica bien por qué los universos deben evolucionar en este sentido.

El problema de la pluralidad de los universos, tal 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 interaccionar con ellos, no son observables y, por lo tanto, carecen de un estatus científico o explanatorio sólido⁵. Cada universo está contenido en su espacio-tiempo propio y no puede observar nada fuera de él. Se puede dudar de hasta qué punto puede considerarse científica una proposición

5. Bernard CARR y George ELLIS, «Universe or Multiverse?»: *Astronomy and Geophysics* 49/2 (2008), 29-37.

que no puede ser ni verificada ni falseada experimentalmente. Quienes 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 acostumbrarnos⁶. 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 dicha 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 éstas 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 le quedaría al conocimiento científico sería mantenerse en el ámbito de lo natural, lo cual puede parecer un tanto convencional y poco claro.

7.6. Relación entre el mundo y la divinidad: tradiciones orientales

Después de ver cómo han ido cambiando a lo largo de la historia las concepciones que el hombre ha tenido de la naturaleza y el origen del universo, y la imagen que de ellas nos ofrece la ciencia actual, debemos considerar cómo 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

6. B. CARR, «Defending the Multiverse», en B. CARR y G. ELLIS, *op. cit.*

inmanentismo, 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 hinduismo, 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 Brahma, infinita, eterna e inmanente, que es la causa y fundamento último de todo cuanto existe. Se puede decir que el universo emana de Brahma y que es parte de él, de forma que él está en todo, y todo en él. Él es además el alma o conciencia (*atman*) de todo ser vivo. No hay una separación real, por 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 algunos textos antiguos, el universo está formado por los cielos, la atmósfera y la tierra, y en otros textos por 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 4.000 años divinos, y otros de mayor duración aún, los *mahayugas*, equivalentes a 12.000 años divinos. Un año divino dura 360 años humanos. El conjunto de 12.000 *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 se continúa en una sucesión ilimitada.

En las elaboraciones teológicas posteriores, Brahma 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 que forman el resto de la realidad, es decir, la emanación, existencia y absorción de todo el universo. El universo es considerado de esta forma 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, incluido el mundo de la experiencia (*maya*). Las manifestaciones o avatares de Dios pueden tomar 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 hinduista, 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, que la 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 y muerte. En él se pueden distinguir el mundo sensible, que podría corresponder al 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 que existe un número diverso. En ellos habitan los *devas* (dioses), semidioses, humanos, animales, almas en pena y demonios. Todos estos planos están regidos por la ley natural del *karma* o acción, que tiene un carácter tanto físico como moral. Muchos interpretan las imágenes de esta cosmología sólo con un carácter alegórico y sostienen que 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 como individuo y como perteneciente a su agrupación social. El fundamento de toda realidad está en la idea del Tao, que en sí es imperceptible e indescriptible, que incluye el ser y el no-ser y que contiene todas las formas, entidades y fuerzas del universo. De él surgen el cielo y la tierra, es decir, el conjunto de todo cuanto existe. El universo se concibe como una entidad organizada jerárquicamente de forma que cada parte incluya 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 cual hace que los ritmos de la naturaleza y del universo sean impor-

tantes tanto para la vida humana individual como para la vida colectiva de la sociedad y el Estado. Bajo la acción del Tao, el caos inicial en que se encontraba el universo se estructura de acuerdo con las energías cósmicas de los contrarios, Yin 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 Yin 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 tanto, es estático; todo está en perpetuo movimiento. Pero por debajo de ese eterno movimiento y multiplicidad se encuentra la permanente e incambiable unidad del Tao.

En las concepciones cosmológicas orientales, que hemos resumido brevemente, 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 sea 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, ya 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 con respecto a las concepciones de las tradiciones orientales que hemos visto resumidas brevemente. Dicha novedad la constituye la concepción absolutamente monoteísta y trascendente de un solo Dios que se revela en la historia y que es el creador del cielo y de la tierra, es decir, de todo cuanto 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 creación⁷. 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 su concepción del 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 denominada 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, y fue 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 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 usada únicamente 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 ac-

7. Juan Luis RUIZ DE LA PEÑA, *Teología de la creación*, Sal Terrae, Santander 1992.

ción libre de Dios que crea una realidad separada de Él. En el relato aparece también, por una parte, la idea de la «separación» (de la luz y las tinieblas; del mar y la tierra...), lo que indica el orden que Dios va instituyendo en la creación y, por otra, el hecho de dar nombre a lo que crea («y llamó Dios...»), indicando el total dominio sobre lo creado. A diferencia de las cosmologías de las otras culturas antiguas 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 tanto, un mundo secular, profano, separado del ámbito de lo sagrado. En esto la tradición judía, que tendrá su continuidad en la cristiana y en 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, Dios 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 a partir de la nada, que tardará en desarrollarse, y 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 a partir de la nada aparece en el libro tardío de los Macabeos (siglo I a.C.): «a partir de la nada lo hizo Dios» (2 Mac 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, particularmente 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 de la tierra y, por lo tanto, el único Dios. Así se le recuerda solemnemente al pueblo: «Escucha, Israel, Yahvé es nuestro Dios, sólo Yahvé» (Dt 6,4). Además de en el libro del Génesis, la idea de Dios creador aparece en varios de los Salmos, como el 8 y el 104. En los libros sa-

pienciales hay una elaboración posterior de la creación en la que aparece, como un elemento nuevo, la presencia de la Sabiduría divina como intermediaria de la creación. En los textos más antiguos de los Proverbios (siglos VII-V a.C.), la Sabiduría, aparece presente en la creación: «cuando asentó los cielos, allí estaba yo (Pr 8,27). En los libros sapienciales más recientes, como el Eclesiástico (siglo 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» (Ecl 42,15.21); y en el libro de la Sabiduría (siglo I a.C.) se dice: «¿Quién sino la Sabiduría es el artífice del universo?... Pero tú todo lo dispusiste con medida, número y peso» (Sab 8,6; 11,20). El mismo libro plantea el problema de quienes, 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, y en los escritos de los evangelios 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 Co 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, de la que Jesucristo no sólo es el mediador, sino también el fin último (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» (1 Co 8,6). Esta doctrina aparece aún más explícita en el prólogo del evangelio de San Juan (finales del siglo I). Como el primer libro del Génesis, el prólogo empieza con las palabras «En el principio». El término griego utilizado (*en arjé*) es el mismo utilizado en la traducción griega del Génesis, lo cual acentúa el paralelismo de ambos 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 o el Logos 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 desempeñó un papel importante. Entre las dos tradiciones principales del pensamiento griego –la platónica y la aristotélica–, los primeros autores cristianos se inclinaron por la platónica, que propugna una ordenación del cosmos por un agente divino (el demiurgo), mientras que la aristotélica, por el contrario, propone que el universo es eterno, increado y necesario. Aunque en el pensamiento platónico no hay una verdadera creación, sino una ordenación, de acuerdo con el mundo de las ideas eternas, de una preexistente materia informe, esta concepción podía adaptarse a los intereses de los autores cristianos. Justino (siglo 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 en que sólo 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 siglo II), refutando las corrientes gnósticas que se habían extendido en aquella época en ambientes paganos y cristianos, presenta la creación como libre y contingente, no como una emanación necesaria de Dios. Rechaza también el dualismo materia-espíritu, según el cual el mal es inherente a la materia, de la que, según los gnósticos, el espíritu, para

salvarse, debe purificarse a través del conocimiento. 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 (cap. 5.3.), formulan la doctrina cristiana de la creación sobre la que se basarán los autores de 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 someterse a Dios y maravillarse ante la hermosura de la naturaleza que Él ha creado⁸.

7.8. Creación y cosmología moderna

Como hemos visto, la doctrina de la creación afirma la total dependencia del universo respecto de Dios para su ser o existir, estableciendo además una radical separación entre la divinidad y el mundo. La acción creadora de Dios no puede, por tanto, concebirse como la de una causa física, sino que pertenece al nivel ontológico del existir. Éste 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 ha ido expresando en términos de los modelos cosmológicos de cada época. Tenemos que recordar, como ya hemos repetido varias veces, que el conocimiento científico no constituye el único acceso a la realidad, sino que hay otros tipos de conocimiento de la realidad, como el filosófico, el estético o el religioso, que nos descubren as-

8. Jacques JOMIER, *Biblia y Corán*, Razón y Fe, Madrid 1966.

pectos 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 por 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 en otro nivel.

Un aspecto importante que ya hemos mencionado y que no cae dentro del ámbito de la ciencia es la consideración del sentido. La pregunta que podemos hacernos 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 el que exista algo? La respuesta del físico Steven Weinberg, ya citada, en el sentido de que, cuanto más se conoce el universo, tanto más sin sentido parece, no puede satisfacer nunca del todo. Las ciencias presuponen la existencia del mundo que nos rodea y tratan de dar una respuesta a la pregunta acerca de cómo está constituido, qué estructura tiene, qué leyes lo rigen e incluso cuál ha sido su origen físico; pero no entran 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 preguntas⁹. Durante mucho tiempo, la pregunta por 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 siglo 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, éstos no tienen ninguna base experimental. Ya hemos

9. Thierry MAGNIN, *Entre science et religion. Quête de sens dans le monde présent*, Rocher, Monaco 1998; Claude TRESMONTANT, *L'histoire de l'Univers et le sens de la création*, O.E.I.L., Paris 1985.

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 ello no deja de ser una pura elucubración.

La gran dificultad con que tomamos a la hora de considerar la creación es el concepto mismo de la nada. La nada no es un concepto físico; la física habla del vacío, pero no es lo mismo. El vacío físico está lleno de potencialidades y realidades, como son los campos de fuerzas. 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. 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 que impone un orden. Como ya vimos, esta idea está presente en muchos relatos míticos, 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 de explicar el paso de la nada al ser llevó a Epicuro a afirmar que de la nada no puede originarse nada y que, por lo tanto, los átomos debían de ser eternos. Aristóteles, sin embargo, que aceptaba la idea de un Dios fuente de todo movimiento, 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 (ambos 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 inconcebible¹⁰. 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 cuyo último fundamento es incognoscible.

10. E. HARRISON, *op. cit.*, pp. 289-304.

Como ya se ha dicho, Dios no se puede concebir como una causa física al mismo nivel de otras causas físicas. Por eso tiene poco sentido el 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?¹¹ Precisamente porque el universo es, necesita 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 mismo¹². Meterse a buscar a un Dios creador como una hipótesis física para explicar el universo, es entrar en un camino sin solución¹³. Otro problema que suele plantearse es el de la relación entre el acto de la creación y el tiempo. Debemos recordar que Dios está fuera del tiempo y que, 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 consiguiente, toda su evolución. Esta manera de concebir la creación se denomina a veces «creación continua». Continua, vista desde nuestra dimensión temporal, pero no desde la atemporalidad de Dios. Tenemos que rechazar la idea, común en el pensamiento deísta, de que Dios creó sólo en el primer instante, y luego el mundo ha evolucionado por sí mismo de acuerdo con las leyes que Dios le ha impuesto. A nosotros, que vivimos vinculados al tiempo, nos es difícil concebir lo 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. Quienes se adhieren a la filosofía del proceso consideran que Dios mismo evoluciona de alguna manera en el tiempo juntamente con el universo mismo¹⁴. No podemos entrar en este problema y preferimos mantener, aunque sea difícil comprenderla, la atemporalidad de Dios.

-
11. Stephen W. HAWKING, *Historia del tiempo*, Crítica, Barcelona 1988, p. 187.
 12. E. HARRISON, «Creation and Fitness of the Universe»: *Astronomy and Geophysics* 39 (1998), 227-228.
 13. Édouard BONE, *Dieu, hypothèse inutile?*, Racine, Bruxelles 1999.
 14. Véase, A. PEACOCKE, *Creation and the World of Science*, Oxford University Press, Oxford 2004, pp. 333-346.

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 acerca de por qué existe el universo, que pasó de no ser, es decir, de la nada, a ser. La ciencia trabaja siempre en el campo de lo físico o natural y no puede, por sí sola, llegar a una causa sobrenatural. Siempre hablará de causas dentro del ámbito físico, lo cual presupone ya la existencia de ese ámbito. El hecho de que la ciencia haya llegado al conocimiento de que el universo ha tenido un origen puede estar señalando al creyente que ese origen se corresponde con el momento de la creación. Ésta sería una reflexión desde la fe, no una consecuencia desde la ciencia, que debe estar matizada por la consideración de la naturaleza del conocimiento científico. Debemos tener cuidado, de todas formas, de no mezclar los dos niveles de conocimiento. La ciencia sólo llega a un primer momento, que además le queda oculto por la barrera del tiempo y el tamaño de Planck, por debajo de la cual no son válidas las leyes que conocemos de la física. Hay propuestas, dentro de la ciencia, acerca de lo 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 por la existencia de ese vacío sigue en pie. También podemos preguntarnos por qué ese vacío cuántico dio origen a este universo con las características físicas concretas que tiene.

Hemos visto cómo las características tan especiales que se requieren para que en un universo se desarrolle vida inteligente han dado origen al llamado «principio antrópico». Una interpretación fuerte de este principio, que implica la existencia de una finalidad o un diseño desde el comienzo, escapa al campo científico y pertenece a la reflexión filosófica o teológica. Desde el nivel mismo de la ciencia no es válido hacerse preguntas que implican finalidad, como las incluidas en la idea del diseño. Éstas 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, tampoco 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 trate de la finalidad o diseño del universo. Pretender que los mecanismos del azar y la adaptación excluyen este tipo de explicación significa quedarse en el nivel fisicalista de la ciencia, excluyendo otros planteamientos que pregunten por la existencia y sentido del proceso mismo de la evolución del universo. Las preguntas de la ciencia no son las únicas que el hombre puede hacerse. Por poner un 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, tales preguntas suscitan nuevas preguntas en las que el autor se queda detenido, después de no aceptar las respuestas que él mismo considera no concluyentes¹⁵.

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 su validez. No supone, sin embargo, ninguna dificultad en el 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 cual 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, al discutir la potencia absoluta de Dios, planteaban la cuestión de si Dios podía haber creado más de un universo. Curiosamente, la respuesta que se daba era que podría haberlo hecho, pero que lo cierto era que había creado uno solo. La validez

15. P. DAVIES, *La mente de Dios. La base científica para un mundo racional*, McGraw Hill, Madrid 1993, pp. 185-227.

de la propuesta de la existencia de muchos universos, y aun de un número infinito de ellos, puede discutirse a nivel científico, pero no puede considerarse en sí como una alternativa a la creación. La fe en la creación se plantea, como ya hemos repetido varias veces, en el 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 sean muchos los universos realmente existentes.

Aunque la fe en la creación no depende de los modelos cosmológicos que presenta la ciencia, tales 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 sólidamente basados en las teorías físicas y las observaciones astronómicas. De acuerdo con esta visión, podemos decir que el universo ha sido creado por Dios a través de un proceso que, en 13.700 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, desde 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, el 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 que hoy entendemos 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 la materia y la energía aparecían unidas, hasta la situación presente. Por otro lado, la investigación de la naturaleza de la materia en sus niveles más elementales (en los procesos subatómicos) nos ha descubierto los asombrosos fenómenos cuánticos, que sólo permiten expresarse en términos probabilísticos y con características distintas del conocimiento de la realidad cotidiana, como pueden ser la no localidad y el enmarañamiento. Podemos preguntarnos qué nos puede decir sobre la creación esta visión que nos presenta la ciencia actual. Lo que no podemos hacer es ignorarla cuando queremos hablar hoy de la acción creadora de Dios.

8. Darwin y la teoría de la evolución

8.1. Ilustración y Revolución Industrial

Los siglos XVIII y XIX están marcados por dos fenómenos culturales, la Ilustración y la Revolución Industrial, en los que las ciencias tuvieron un gran influjo. La Ilustración es un fenómeno cultural, iniciado en el siglo XVIII en Europa, en el que las ideas sobre la razón, la naturaleza y Dios se vieron profundamente afectadas y llevaron a nuevos planteamientos en el ámbito de la sociedad, la política y la religión. Uno de los puntos centrales de este movimiento es la celebración entusiasta del poder de la razón para entender el universo a través de la ciencia, y en el orden práctico de su utilización, a través de la técnica, para mejorar la condición humana. En este tiempo resulta cada vez más patente que la razón se revela en su forma más clara por su capacidad para descubrir las leyes que rigen el comportamiento de la naturaleza, por lo que la ciencia se convierte en la gran protagonista de la historia. Es precisamente en esta época en la que se empieza a utilizar el término «científico» en el sentido actual, aplicado a personas, actividades e ideas.

En la *Ilustración* se generaliza la concepción del universo como un mecanismo autónomo gobernado por unas pocas leyes de aplicación universal. Un ejemplo paradigmático de estas leyes es la de la gravitación universal, que gobierna el movimiento de los astros y la caída de los cuerpos. Esta concepción afectó también a las ideas religiosas. Principios fundamentales del cristianismo que habían formado la matriz religiosa en la que se había engendrado la ciencia moderna en Europa, como vimos en el capítulo 6, se vieron afectados por ella. La fe en un Dios personal creador

que se ha revelado en la historia, se ve ahora puesta en duda. En su lugar se extiende la corriente del deísmo, que propone la creencia en un Dios arquitecto del mundo, pero que no actúa en él y que es garante de las obligaciones morales de los hombres. De esta forma, la idea de Dios pasa de la razón teórica a la práctica, como lo propuso el filósofo Immanuel Kant. También en esta época se empiezan a proponer posturas más extremas, como el agnosticismo, el ateísmo y el materialismo, a las que, en el ámbito de los comportamientos humanos, corresponde una ética puramente secular, como se vio en el capítulo 4. En algunos casos, estas posturas condujeron a proponer a la ciencia como una especie de sucedáneo de la religión, en la que el hombre podía poner todas sus esperanzas. También surge en esta época la idea del progreso, alentada por el continuo avance de la ciencia y la técnica. El futuro se ve con la esperanza basada en una ciencia que proporciona una continua mejora de las condiciones de la vida humana.

La *Revolución Industrial* es otro fenómeno, vinculado también con el progreso de la ciencia, que se inicia en la Europa de comienzos del siglo XIX con el cambio de una sociedad basada en la agricultura y el trabajo artesano, vigente desde la Edad Media, a una sociedad dominada por la industria. Este proceso va unido, por una parte, a la creación de nuevas fuentes de energía basadas en el carbón, la electricidad y, más tarde, el petróleo y, por otra, a las aplicaciones de la técnica, empezando por la máquina de vapor y el motor eléctrico, que revolucionaron rápidamente los medios de producción, el transporte y las comunicaciones. Un factor importante en este proceso es la separación del capital y el trabajo, que ocasionará graves conflictos sociales. La ciencia y la tecnología, los dos grandes motores de este proceso, empiezan siendo fenómenos europeos, pero se globalizan rápidamente y acaban extendiéndose por todo el mundo.

Ambos fenómenos forman el fondo sociocultural de esta época, sobre el cual se va desarrollando una serie de propuestas científicas, que van a tener gran influencia en las ideas religiosas. En el capítulo 6 vimos cómo, a partir del siglo XVI, un nuevo modelo cosmológico, el heliocéntrico, sustituyó al modelo medieval geocéntrico que, heredado de los griegos, había sido incorporado al pensamiento teológico cristiano. En el siglo XIX, nue-

vas ideas procedentes del campo de la geología y la biología van a cuestionar la interpretación tradicional de la creación, que se había establecido sobre las bases del texto de los primeros capítulos del Génesis. Las nuevas ideas que aporta la ciencia sobre el origen y la evolución de la tierra, la vida y el hombre, van a obligar a una nueva lectura de estos textos y al abandono de su interpretación literal. Estas aportaciones van a exigir una reinterpretación teológica con respecto al modo en que se ha producido la creación. La teología natural, que veía en el diseño observable en la naturaleza una prueba de la creación por Dios y que, como ya vimos, tuvo su auge sobre todo en Inglaterra, se va a ver seriamente afectada.

8.2. Edad y formación de la tierra. Inicios de la geología

De acuerdo con el relato del primer capítulo del libro del Génesis, toda la creación tuvo lugar en seis días. La tierra se separa del mar en el día tercero, y sobre ella se crean los vegetales de toda especie. El día cuarto se crean el sol y la luna. Los peces y animales marinos y las aves, en el día quinto; y los animales terrestres, reptiles y mamíferos, y finalmente el hombre, en el día sexto. El relato, tomado literalmente, implica la creación completa en seis días y la creación por separado de las distintas especies de animales y plantas. La creación del hombre ocupa un lugar especial: de él solo se dice que fue creado «a imagen y semejanza» de Dios, y es objeto de una bendición también especial, por encima de todos los demás animales. Además, el segundo relato (Gn 2-3) habla de una situación especial del primer hombre y la primera mujer (en el jardín del Edén) que pierden por su pecado de desobediencia. Los primeros comentarios a estos textos de autores cristianos más importantes, como ya vimos (cap. 5), son los de Basilio (siglo IV) y Agustín (siglos IV-V), a los que siguen muchos otros que, por lo general aceptan la interpretación literal, aunque con ciertos límites.

Durante la Edad Media, a falta de otra información, se acepta este relato respecto con al momento y la duración de la creación en su sentido literal. Se acepta, además, que los seis días de los que se habla son días naturales, aunque el sol no es creado

hasta el cuarto día. Por otra parte, el año exacto de la creación se puede calcular contando las generaciones de hombres que aparecen en la Biblia desde Adán hasta Jesucristo y los años que han pasado desde entonces. De esta forma se llega a la conclusión de que la edad de la tierra es de tan sólo unos miles de años. Ya vimos cómo San Agustín, citando a Eusebio de Cesarea, cifra esta edad en 5.611 años. Un valor citado a menudo es el propuesto en 1640 por el Arzobispo irlandés James Ussher, que fijó la fecha de la creación en el año 4.004 a. C., con lo que la edad de la Tierra sería entonces de 5.644 años. Nada parecía indicar que la Tierra tuviera una antigüedad mayor.

La idea, mantenida durante la Edad Media, de que la Tierra ha permanecido inalterable desde su creación es cuestionada ya en 1556 por Georg Agrícola, que habla de la formación de los minerales en su interior. En el siglo XVII se empieza a comprender el significado de los estratos y la naturaleza de los fósiles, que implican una cierta historia de la Tierra en el tiempo, con lo que se va a dar comienzo a la geología como ciencia. Los primeros problemas que se plantearon entre el relato bíblico y la naciente ciencia eran principalmente la edad de la Tierra, que debería ser mucho mayor, el origen de los fósiles como restos de animales que hoy ya no existen, y la dificultad que supone el diluvio universal, del que se habla en los capítulos 6–8 del Génesis y del que no se encuentra ningún registro geológico claro. El danés Niels Stensen (Steno), que más tarde fue obispo de la Iglesia Católica, puso en 1670 las bases de los principios que rigen la sedimentación de las rocas estratificadas y asignó ya un origen orgánico a los fósiles, que él todavía relacionaba con el diluvio. Según él, las rocas sedimentarias en que se encuentran los fósiles marinos se han depositado durante el diluvio y no tienen una antigüedad superior a unos pocos miles de años. La edad bíblica de la Tierra no era todavía cuestionada. Con el tiempo, la acumulación de nuevos descubrimientos geológicos y, junto con ellos, la naturaleza y duración de la historia de la Tierra van a exigir una nueva interpretación del relato del Génesis. Poco a poco, el mantenimiento de una interpretación literal del Génesis se va ir haciendo imposible.

Partiendo de las ideas propuestas por Descartes, que suponían ya una evolución temporal de la formación de la Tierra, Thomas Burnet publicó entre 1680 y 1689 su famosa obra *The*

sacred theory of the Earth (La teoría sagrada de la Tierra), que tendrá una gran influencia. En su exposición sigue la línea de la teología natural, pero añadiendo ahora la dimensión temporal y dando al relato bíblico un carácter en parte literal y en parte alegórico, de forma que se mantenga de acuerdo con los nuevos resultados de la nascente geología. Para él, la historia de la Tierra tenía un principio con su creación en la forma de un caos inicial. De ese caos nace la Tierra anterior al diluvio, que tenía unas características distintas de las actuales. El diluvio es considerado, literalmente, como universal, con el agua cubriendo toda la tierra por encima de las montañas más altas. A partir del diluvio, la tierra tiene las características que observamos hoy. El final de la tierra tendrá lugar en virtud de una conflagración universal originada por el fuego que precederá al Juicio Final y a la renovación o creación de una nueva tierra y un nuevo cielo, prometidos en el Apocalipsis. Su obra suscitó una intensa controversia, con ataques por parte tanto de geólogos como de teólogos.

En otra línea, John Woodward mantuvo en 1695 que los nuevos descubrimientos geológicos muestran cómo deben interpretarse los textos de la Biblia y cómo es posible una integración entre la geología y el Génesis¹. Otro autor inglés de esta época, William Whiston, en el título de su libro publicado en 1696, que sigue la línea de los anteriores, dice que la creación del mundo en seis días, el diluvio universal y la conflagración general están perfectamente de acuerdo con la razón y la filosofía. De esta forma, afirma en el primero de sus postulados que el sentido literal de la Escritura es el verdadero o real, y no admite una razón evidente en contra². Esta postura aceptaba una cierta limitación de la interpretación literal, que, como ya vimos en el caso de Galileo, había sido tradicionalmente aceptada desde los Santos Padres. Estos intentos de unir los nuevos descubrimientos geoló-

-
1. Richard G. OLSON, *Science and Religion, 1450-1900. From Copernicus to Darwin*, Greenwood Press, Westport, Conn., 2004, pp. 167-181. Martin J.S. RUDWICK, «The Shape and Meaning of Earth History», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *God and Nature. Historical Essays on the Encounter Between Christianity and Science*, University of California Press, Berkeley 1986, pp. 296-321.
 2. William WHISTON, *A New Theory of the Earth*, R. Roberts, London 1696.

gicos y el relato bíblico, interpretado con más o menos libertad, se conocen como la «geología o cosmogonía mosaica». En ellos se aceptaba, en líneas generales, la visión dada en el Génesis, cuya autoría se atribuía a Moisés, y se trataba de ponerla de acuerdo con los nuevos descubrimientos referidos a la formación de los sedimentos, los plegamientos de las montañas y la formación de minerales y fósiles. La formación de los fósiles, por ejemplo, se asignaba en muchos casos a la muerte y deposición de los animales, llamados «antediluvianos», durante el diluvio universal, que se aceptaba como un hecho histórico. Poco a poco, los conocimientos aportados por los estudios geológicos sobre la Tierra van adquiriendo cada vez más importancia, y la dificultad de su armonización con una interpretación literal del relato bíblico se hace cada vez mayor. Para unos, como los autores antes citados, la concordancia era todavía posible. Para otros, sin embargo, como ya vimos en el capítulo 4, los descubrimientos geológicos son un argumento más para proponer una visión absolutamente materialista del mundo y se utilizan para negar totalmente la historicidad de los relatos bíblicos.

En el siglo XVIII se empiezan a proponer las primeras teorías sobre el origen de la Tierra y la formación de las montañas desligadas de las referencias bíblicas. Por ejemplo, George Leclerc Buffon, autor de la obra monumental en 44 volúmenes, *Histoire naturelle* (Historia natural, 1749-1804), propuso una teoría sobre la formación de la Tierra de resultas del paso de un cometa muy cerca del Sol que arrastró parte del material de éste, y del cual, por enfriamiento, se formaron los planetas, entre ellos la Tierra. Buffon asignó a esta última una edad de 75.000 años, deducida del tiempo que había tenido que pasar para enfriarse hasta la temperatura actual; más tarde aumentaría la cifra hasta los tres millones de años. Buffon dividió la historia de la tierra en seis épocas, que de alguna forma todavía recordaban a los seis días del Génesis. La edad propuesta por Buffon, aunque todavía muy corta, se alejaba claramente de la deducida del relato del Génesis. Aunque no dio una edad concreta de la formación de la Tierra, Laplace había popularizado desde 1796 la teoría de la nebulosa solar, a partir de la cual se habían formado los planetas. Por otra parte, las diversas teorías que se van proponiendo en esta época para la formación en la Tierra de las rocas y las montañas, exigían unos periodos de

tiempo para la historia de la Tierra mucho mayores que los que se deducían de la Biblia. Entre estas teorías destacan dos alternativas, una de las cuales (el llamado «neptunismo», propuesto por Abraham Werner en 1777) ponía el origen de dichas rocas y montañas en la deposición del material en el agua; la otra (el «plutonismo», propuesto por James Hutton en 1795) asignaba la formación de las mismas a la ascensión y enfriamiento de material fundido en el interior de la Tierra. Con respecto a los procesos de formación de la Tierra que han dado origen a su aspecto actual, Hutton adoptó una postura más radical y propuso una serie de ciclos sin fin de elevación, erosión, sedimentación y consolidación, insistiendo en que éstos eran los mismos que se dan actualmente, postura que se conoce como «uniformismo». Propone, por tanto, una duración ilimitada de la Tierra, con lo que se apartaba totalmente de cualquier idea creacionista. En contraste con esta postura estaba la de George Cuvier (1825), de familia alemana y tradición luterana, que proponía periódicas catástrofes con extinciones de seres vivos, teoría que recibió el nombre de «catastrofismo». Una de estas catástrofes habría sido el diluvio universal, por lo que esta visión fue vista con mayor simpatía por los autores religiosos. Así, por lo que hace al debate geológico entre uniformismo y catastrofismo, en ambientes religiosos se apoyaba este último, ya que con él se podía justificar la idea de que había tenido lugar el acontecimiento del diluvio universal.

En 1830, Charles Lyell publicó su obra *Principles of Geology* (Principios de Geología), que se considera como el inicio de la geología moderna. Siguiendo a Hutton, Lyell establece los principios del uniformismo moderno y mantiene que a lo largo de la historia de la Tierra los procesos que se han dado son los mismos que se están dando en la actualidad. De esta manera conectaba el presente con el pasado. De acuerdo con esta visión, para explicar los procesos que han dado como resultado la situación actual de la Tierra, como la formación de las rocas sedimentarias, su elevación, plegamiento y erosión, eran necesarios muchos millones de años. Por ello Lyell propuso que la edad de la Tierra debía de superar los cien millones de años. Con esta cifra, que hoy nos resulta extremadamente corta, se apartaba definitivamente de la que podía deducirse de una interpretación literal de la Biblia. En esta época entraron también en la determinación de la edad de la

Tierra físicos como Lord Kelvin y Hermann von Helmholtz, que, considerando que la Tierra era un cuerpo originalmente en fusión que se ha ido enfriando, calcularon su edad entre 20 y 80 millones de años. Éste era un tiempo bastante menor que el exigido por los geólogos para explicar las formaciones de las rocas, pero confirmaba que la duración no podía ser de tan sólo unos miles de años. El conflicto entre físicos y geólogos no se resolvería hasta el descubrimiento de la radiactividad, que permite calentar la Tierra y que llevará finalmente a establecer el valor actual de la edad de la tierra en 4.500 millones de años.

En el siglo XIX, a medida que crece la evidencia de que la edad de la Tierra no pudo reducirse a los pocos miles de años que se deducen del relato de la Biblia tomado literalmente, se buscan caminos para reconciliar el relato del Génesis con los descubrimientos geológicos. La postura, conocida con el nombre de «concordismo», trató de hacer compatible el relato del Génesis, tomado más o menos literalmente, con los nuevos descubrimientos geológicos. Por ejemplo, los días (en hebreo *Yom*) se consideraban referidos, no a días de 24 horas, sino a periodos de tiempo más largos que coincidirían con las eras geológicas. De esta forma se podía armonizar con mayor o menor dificultad la historia de la Tierra de la geología con el relato del Génesis³. Otra propuesta, como la de William Buckland, proponía la existencia de una creación con una duración más o menos larga, acompañada de catástrofes, que habría dado origen a los sedimentos y fósiles, anterior a la referida en los 6 días. La obra de Buckland pertenece a los *Bridgewater Treatises*, la colección creada para defender la presencia del diseño divino en la naturaleza, que había sido iniciada con una obra de Thomas Chalmers⁴. Estos intentos concordistas no tardaron en mostrar su debilidad y la imposibilidad de mantener una interpretación literal del relato del Génesis, idea

-
3. De los *Bridgewater Treatises*, las obras mencionadas son: Thomas CHALMERS, *The Adaptation of External Nature to the Moral and Intellectual Constitution of Man*, vol. I; William BUCKLAND, *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology*, vol. VI.
 4. Un ejemplo de concordismo se puede encontrar en la obra del Abate DIANELO, *Elementos de geología sagrada* (traducción del francés), Imprenta Tudelana, Tudela 1854.

que fue abandonándose poco a poco, como veremos más adelante. Por tanto, en lugar de interpretar la naturaleza a partir de la Escritura, se impuso la necesidad de interpretar ésta a partir de los datos del estudio de aquélla. Aunque ya desde los tiempos de los Santos Padres se había aceptado que los textos de la Biblia no siempre pueden interpretarse literalmente cuando hablan de fenómenos de la naturaleza, es a partir del siglo XVIII cuando se impone la crítica bíblica, nacida en Alemania, que pone de manifiesto que en la interpretación de los textos debe tenerse en cuenta la historia, la situación cultural, los intereses de los autores y los géneros literarios presentes en ellos.

8.3. Las especies biológicas

En el Occidente cristiano, el relato del Génesis sobre la creación, que se aceptaba literalmente, implicaba que las especies de animales y plantas habían sido creadas cada una independientemente en el transcurso de seis días. Según el Génesis, el día tercero «la tierra brotó hierba verde que engendraba semillas según sus especies, y árboles que dan fruto y llevaban semilla según sus especies» (Gn 1,12). La creación de los animales esta dividida entre dos días: el día quinto, los animales marinos y las aves («y creó Dios los cetáceos y los vivientes que se deslizan en las aguas y todas las aves aladas según su especie»: Gn 1,21), y el día sexto los animales terrestres («hizo Dios la fieras de la tierra según sus especies, los animales domésticos según sus especies, y los reptiles del suelo según sus especies»: Ge 1,23). La creación del hombre en ese mismo día sexto es un caso particular, como veremos más adelante. Vemos cómo en el texto se insiste en que cada especie ha sido creada independientemente. Los comentarios a estos textos no harán más que recalcar esta idea de la creación directa de Dios de cada una de las especies de plantas y animales. En la Edad Media, Tomás de Aquino trata el tema comentando, en el caso de las plantas, la opinión de Agustín de que las plantas fueron producidas en sus causas; es decir, que la tierra recibió la virtud de producirlas; pero él se inclina a pensar que fueron creadas ya en su forma perfecta. De los animales comenta que los animales terrestres son más perfectos que los peces y las aves, y la bendición

de Dios les confiere la virtud de multiplicarse por generación⁵. Estas ideas no fueron contestadas hasta el siglo XIX.

Cuando, hacia 1750, el celebre botánico sueco Carl Linnaeus estableció la clasificación de plantas y animales, sobre la que se basa la utilizada actualmente, todavía sostenía que las especies habían sido creadas por separado. Buffon, en el volumen de su *Historia natural* titulado *Las épocas de la naturaleza* (1778), propuso que los seres vivos pueden cambiar poco a poco con el tiempo, aunque dentro de unos ciertos límites. Para él, estos cambios, condicionados por el medio ambiente, eran degenerativos, no progresivos; y mantenía que las especies habían aparecido en distintas épocas. Jean-Baptiste Lamarck, naturalista protegido de Buffon, dio un cambio a estas ideas y propuso por primera vez que los cambios en los seres vivos son de carácter progresivo, de forma que éstos evolucionan de formas más simples formas a más complejas. En su obra *Philosophie zoologique* (Filosofía zoológica, 1809), estudiando la relación entre fósiles y animales actuales, propuso una transformación orgánica y una historia de la naturaleza, desde el origen de la Tierra hasta la época actual, desde un punto de vista totalmente naturalista, sin ninguna alusión al relato de la Biblia. Los seres vivos, según él, han evolucionado, siguiendo una tendencia natural, hacia una mayor complejidad desde los primeros y muy simples animales producidos por generación espontánea. Lamarck propuso cuatro leyes de esta evolución, una de las cuales es que los cambios morfológicos en los seres vivos surgen de nuevas necesidades que son exigidas por nuevas condiciones en el medio ambiente, y que dichos cambios son transmitidos por generación a los descendientes. El punto más importante de su teoría es la herencia generacional de los cambios adquiridos. Lamarck concebía este proceso como continuo y repetitivo (es decir, que continuamente están surgiendo nuevas formas primitivas de vida que se desarrollan hacia formas más complejas) y rechazó que existieran extinciones de especies. Este punto fue atacado por Cuvier, que podía apelar a la existencia de restos fósiles de especies animales que han desaparecido. En esto se apoyaba para su propuesta de la sucesión de una serie de ca-

5. TOMÁS DE AQUINO, *Summa Theologiae* I, q. 69-71.

tástrófes en la historia de la Tierra en virtud de las cuales se habían producido tales extinciones.

El problema del origen de las especies se convirtió en el siglo XIX en una cuestión debatida para la que aún no había una respuesta definitiva. La mayoría seguía defendiendo la postura tradicional de la creación o aparición inmediata de cada especie, mientras que un pequeño grupo de anatomistas y naturalistas empezaba a proponer ideas que implicaban la transmutación o transformación de unas especies en otras, dando así origen a las doctrinas transformistas. En este grupo se encontraban, entre otros, el astrónomo John Herschel, que favorecía esta opinión, así como el anatomista Robert Grant. Desde un punto de vista no materialista y una concepción deísta, Étienne Geoffroy defendía las ideas de Lamarck y mantenía que cada especie era una variante distinta de un patrón arquetipo básico. Cuvier se oponía a ellas y mantenía que los fósiles representaban animales de especies extinguidas que habían perecido en las catástrofes que se habían producido periódicamente en la tierra. En concreto, había demostrado que los restos de mamuts correspondían a una especie distinta de los elefantes actuales. El mismo Erasmus Darwin, abuelo de Charles, había especulado sobre posibles cambios en las especies, pero sus ideas no estaban desarrolladas y no tuvieron influencia en los desarrollos posteriores. En el ambiente flotaban ya propuestas de distintos tipos que finalmente conducirían a la teoría de la evolución.

8.4. Charles R. Darwin

Nacido en Shrewsbury, Inglaterra, en 1809, Charles Darwin empezó sus estudios universitarios en Edimburgo preparándose en medicina, pero pronto cambió a la universidad de Cambridge para prepararse para un puesto en la Iglesia Anglicana⁶. En Cambridge comenzó a interesarse por las ciencias naturales, apoyado por el geólogo Adam Sedgwick y el botánico John Henslow, ambos clé-

6. Peter J. BOWLER, *Charles Darwin. El hombre y su influencia*, Alianza, Madrid 1995.

rigos de la Iglesia Anglicana, que no veían dificultad entre la práctica de la ciencia y la religión. La figura del clérigo naturalista era bastante corriente entonces en Inglaterra. Darwin alternaba los estudios de geología y de botánica con los de la teología natural de Paley, con la que al principio se identificó. Henslow fue quien le recomendó que se embarcara como naturalista en el viaje de reconocimiento alrededor del mundo del barco *Beagle*. Ya para entonces, Darwin tenía cierta formación en geología, botánica y zoología y había tomado parte en trabajos de campo con Sedgwick. Este viaje, en el que visitó las costas de Sudamérica y del sur del Pacífico entre 1831 y 1836, a la temprana edad de 22 años, fue decisivo para su carrera. El *Beagle* partió de Plymouth y, tras efectuar una escala en las islas de Cabo Verde, visitó las costas de Brasil y Argentina, para, después de cruzar el estrecho de Magallanes, subir por la costa de Chile. Un hito importante del viaje fue la visita durante cinco semanas a las islas Galápagos, desde donde se encaminó a Nueva Zelanda y el sur de Australia para, tras doblar el Cabo de Buena Esperanza y tocar de nuevo en Brasil, regresar a Inglaterra, completando la vuelta al mundo. Darwin llevaba consigo un ejemplar de la obra de Lyell, y su interés se centró primero en las formaciones geológicas que iba observando, para luego pasar a observar y estudiar la distribución geográfica de plantas y animales. La influencia de la obra de Lyell le llevó a aceptar el uniformismo y abandonar el catastrofismo que había tomado de Sedgwick, y pensó que este proceso podía aplicarse también a los cambios en los seres vivos. Sobre todo, le llamó la atención la gran variedad de aves y reptiles en las islas Galápagos, distintos de unas islas a otras. En dichas islas descubrió las variedades de pinzones, diferentes en cada isla, lo que le hizo pensar que debían haber evolucionado desde un tronco común venido de la costa de Sudamérica. La observación de los aborígenes de la Patagonia y Australia le llevó también a pensar que, en determinadas circunstancias, el hombre actual no se diferencia tanto de los animales. Durante su viaje fue enviando a Inglaterra desde distintos puertos relatos de sus observaciones y muestras de minerales, plantas y animales, con lo que empezó a ser conocido como naturalista. Al final del viaje, renunció a su idea de convertirse en vicario anglicano y decidió dedicarse totalmente a la actividad científica

Una vez en Inglaterra, Darwin publicó un relato de su viaje, entró en contacto con Lyell y empezó a ser reconocido en círculos científicos, siendo elegido miembro de la *Royal Society* de Londres en 1839. Su reputación científica se basó primero en sus estudios geológicos, entre los que se encuentran los que tratan sobre la elevación de los Andes y la formación de los arrecifes de coral. Sus observaciones de la distribución geográfica de las especies de animales y plantas le llevaron a empezar a dudar de que hubieran sido creadas cada una independientemente. Entre otras cuestiones, empezó a plantearse los indicios que se podían encontrar de la transmutación de las especies, cómo se adaptaban éstas al medio ambiente, cómo se formaban nuevas especies y cómo se explicaba la similitud entre ellas. Ya en esta época, se planteó la evolución de las especies con la imagen de las ramas que parten de un tronco común y empezó a pensar en el mecanismo de la lucha por la supervivencia y la influencia del ambiente como factores determinantes. La lectura de la obra de Thomas Malthus, *Essay on the principle of population* (Ensayo sobre el principio de la población, 1798), le hace pensar si no podría suceder también en la naturaleza algo parecido a lo que sucede en los grupos humanos, en los que, al aumentar la población, escasean los recursos y se desata una lucha por la supervivencia. Darwin también empezó a interesarse por el trabajo de los criadores de palomas y otros animales domésticos, y le impresionó la variedad de tipos que conseguían producir en tiempos relativamente cortos. Finalmente, llegó a la conclusión de que ha tenido que existir una evolución en la que los animales sufren cambios al azar que, si suponen para ellos una ventaja frente al medio ambiente, les permiten sobrevivir y propagarse, mientras que, de lo contrario, acaban desapareciendo. Cada vez veía más claro que todos los seres vivos habían tenido que tener un origen común y que luego habían evolucionado de acuerdo con leyes naturales, produciéndose la enorme variedad que conocemos. Aunque no se conocían aún los mecanismos genéticos de la herencia, Darwin había dado con la clave de la evolución. Todavía en 1843, se resistía a publicar nada sobre la transmutación de las especies, por la resistencia que el tema encontraba en ambientes religiosos y tradicionales, y empezó a comunicar sus ideas únicamente a algunos amigos.

En 1844, el naturalista Robert Chambers publicó su obra *Vestiges of the natural history of creation* (Vestigios de la historia natural de la creación), en la que propone una evolución de todo el universo –y en concreto de los seres vivos, desde las plantas hasta el hombre– regida por una fuerza interior y de acuerdo puramente con leyes naturales. El libro fue muy criticado, tanto desde el campo científico como desde el religioso. La opinión dominante seguía siendo que sólo Dios puede crear nuevas especies. Darwin escribe un primer ensayo sobre el tema que comunica a su amigo, el naturalista Joseph D. Hooker, el cual, aunque no comparte sus ideas, lo encuentra interesante. En 1853, Darwin conoce a Thomas Huxley, que se convertirá en el gran propagandista de sus ideas. Huxley era amigo de Herbert Spencer, con quien discute las ideas de la evolución y su aplicación a la sociedad humana. Darwin, todavía reacio a publicar sus ideas sobre la evolución, se dedica a otros trabajos de naturalista, como una obra sobre los mejillones, por ejemplo.

En 1856, Lyell recibe una obra del naturalista Alfred R. Wallace, que había tomado parte en expediciones a América del Sur, Australia y el Archipiélago Malayo, en la que se hablaba de la transmutación de las especies. Lyell le enseñó dicha obra a Darwin, el cual no le dio mucha importancia. Dos años más tarde, Wallace le envía personalmente a Darwin un nuevo ensayo en el que se acerca a las ideas de Darwin, conecta el mecanismo de Malthus en los grupos humanos con el cambio orgánico que conduce a nuevas especies y presenta ya las nociones de transmutación de las especies y lucha por la supervivencia. Darwin no podía esperar más, ya que se jugaba la prioridad en el descubrimiento de la evolución; de modo que, aconsejado por Lyell, presentó sus escritos, junto con los de Wallace, en una reunión de la *Linnean Society* el 1 de Julio de 1858. La presentación fue recibida con admiración por unos y con estupor por otros. A finales del año siguiente sale, por fin, publicada su obra *On the origin of species* (El origen de las especies), cuyos 1.250 ejemplares se venden en un solo día. Las reacciones, tanto a favor como en contra y expresadas a veces con gran vehemencia, no se hacen esperar. Huxley se convierte en el gran defensor y propagandista de las ideas de Darwin, quien personalmente se mantiene al margen de las controversias. El año siguiente, el 30 de Junio, tuvo lugar el conocido

incidente, en la biblioteca del Museo de Ciencias de la Universidad de Oxford, entre Huxley y el Obispo Samuel Wilberforce, quien atacó duramente, por espacio de media hora, las ideas de Darwin. Varios de los presentes intervinieron de un lado y de otro en lo que, finalmente, se convirtió en una discusión entre partidarios y opositores de la evolución, al mismo tiempo que de defensa y ataque a la Iglesia. Este suceso es una muestra del proceso que se estaba dando en Inglaterra de pérdida de influencia social por parte de la Iglesia Anglicana y emergencia de la influencia de los científicos y de grupos secularizantes, que se apoyaban en la ciencia para atacarla. El debate sobre la evolución salta a la luz pública, con Huxley, Hooker y Spencer entre los primeros de sus más acendrados defensores, que la propagan en conferencias dirigidas al público en general, imprimiendo en ellas un cierto carácter antirreligioso. Spencer, que defendía la aplicación de las ideas de la evolución a los fenómenos sociales, fue quien acuñó la expresión «supervivencia del mejor dotado» (*survival of the fittest*), para dejar claro el mecanismo puramente natural de la evolución y descartar la idea de una evolución regida por Dios. Una interpretación, que podemos llamar «teísta», de la evolución empezaba a plantearse por algunos miembros liberales de la Iglesia Anglicana, como Frederik Temple, que la presentó ya en 1860 en un sermón en Oxford. En estos años, Darwin continuó su trabajo al margen de estos debates y publicó una serie de obras de historia natural.

En 1871, Darwin publicó *The descent of man* (El origen del hombre), donde presenta la aplicación de las ideas de la evolución al caso del hombre como una rama de la evolución de los primates. Curiosamente, a pesar de que su contenido chocaba más con las ideas religiosas sobre el origen del hombre, esta obra no causó la misma controversia que la primera. Aunque al principio hubo, desde el punto de vista puramente científico, una cierta oposición, la teoría de la evolución se fue imponiendo, de forma que en veinte años el acuerdo entre la comunidad científica era ya casi unánime. Lo cual no obsta para que se produjeran ciertas divergencias con respecto al mecanismo asignado al cambio de las especies. Hay que tener en cuenta que todavía no habían salido a la luz las leyes de la herencia, descubiertas por el monje agustino Georg Mendel en 1865 y que Darwin no llegó a

conocer, como tampoco conoció, lógicamente, los mecanismos de la genética moderna. Como sucede en la mayoría de las revoluciones científicas, mientras que entre los contemporáneos de Darwin hubo sus diferencias, las nuevas generaciones de naturalistas aceptaron plenamente el hecho de la evolución y el papel desempeñado en ella por la selección natural. Retirado, aunque activo en su trabajo, y habiendo recibido innumerables honores, Darwin falleció en 1882 y fue enterrado en la Abadía de Westminster, junto a la tumba de Newton.

La familia de Darwin era poco religiosa, y su hermano Edmund se declaraba abiertamente ateo. Su primera idea, cuando fue a estudiar a Oxford, era estudiar teología y ocupar un puesto en la Iglesia Anglicana, pero su interés se dirige enseguida hacia las ciencias naturales, por lo que abandona tal propósito. En su *Autobiografía* aparecen, sin embargo, referencias al desarrollo de sus sentimientos religiosos⁷. Confiesa, por ejemplo, que durante el viaje del *Beagle* su postura era todavía muy ortodoxa y que hasta 1839 pensaba a menudo en los problemas religiosos. Cuando propone casarse con su prima Emma Wedgwood, su padre le avisa de que la familia de ella era muy religiosa, en contraste con la mentalidad liberal de la suya. La acendrada religiosidad de su esposa, a la que profesó siempre un profundo afecto, parece haber sido una de las razones que en un principio hicieron que se difiriera la publicación del libro sobre la evolución. Pero la religiosidad de Darwin fue enfriándose poco a poco, a medida que iba viendo la poca fuerza del argumento del diseño que había leído en el libro de Paley y que ahora veía derrumbarse con el mecanismo de la selección natural. Si únicamente existían cambios al azar y la adaptación al medio como mecanismo natural para explicar el desarrollo orgánico, el argumento del diseño perdía gran parte de su fuerza.

7. En las primeras ediciones de la *Autobiografía* editada por su hijo, muchas de las referencias a la religión fueron eliminadas. Se incorporaron en la edición preparada por su nieta Nora Barlow en 1958: *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his granddaughter Nora Barlow*, Collins, London 1958, Charles DARWIN, *Autobiografía y cartas escogidas*, Alianza, Madrid 1997.

Como él mismo confiesa, la increencia fue deslizándose poco a poco en su vida, hasta llegar a ser completa. A finales de la década de 1830, Darwin había abandonado la idea de que el proceso de la evolución podía estar cuidadosamente controlado por Dios, pero aún seguía manteniendo una mentalidad teísta, con la creencia en un Dios benevolente que había establecido los procesos naturales. Esta fe se fue debilitando con el tiempo. Todavía en el ensayo de 1844 mantenía la existencia de un poder divino que supervisaba la selección natural, pero se trataba más bien de una estrategia para atraerse el apoyo de los grupos tradicionales y no aparecerá en la obra definitiva. Todavía en esta época trataba de minimizar el peligro de que la evolución llegara a convertirse en un paso hacia el ateísmo. Su crisis religiosa, como nos la refiere el también biólogo y estudioso de la evolución Stephen Jay Gould⁸, empezó con la lectura de Francis William Newman, hermano menor de John Henry, el líder del movimiento de Oxford de renovación del anglicanismo y que más tarde sería cardenal en la Iglesia católica. Francis Newman había publicado varias obras muy críticas para con las posturas tradicionales cristianas y proponía posturas religiosas alejadas de los dogmas. El escepticismo generado en Darwin por estas lecturas entró en crisis en 1851 con la muerte de su hija menor, Ana, a la que estaba muy unido, cuando sólo tenía diez años. A partir de entonces perdió el consuelo y la fe de la religión. Nueve años más tarde, después de la publicación de su obra *El origen de las especies*, expresaba su postura diciendo: «Con respecto a la visión teológica de la cuestión, es para mí algo bastante doloroso. No tengo intención de escribir ateísticamente. Sin embargo, pienso que no puedo ver tan claramente como otros, y como a mismo me gustaría hacerlo, la evidencia de un diseño en nuestro entorno. Me parece a mí que hay tanta miseria en el mundo...».

Convencido de que la evolución se explicaba totalmente por mecanismos naturales, sin presentar ninguna dirección o finalidad, su postura religiosa fue derivando cada vez más hacia el ag-

8. S.J. GOULD, *Rocks of Ages. Science and Religion in the Fullness of Life*, Ballantine, New York 1999 (trad. cast.: *Ciencia versus religión: un falso conflicto*, Crítica, Barcelona 2001, pp. 31-36.

nosticismo. Así confesaba en su *Autobiografía* que no podía pretender lanzar la última luz sobre estos problemas abstrusos, que los misterios del principio de todas las cosas son insolubles para nosotros y que él debía contentarse con permanecer siendo un agnóstico. Sin embargo, Darwin nunca adoptó una actitud agresiva respecto de la religión. En una carta de 1879, Darwin definía su postura religiosa diciendo que sus pensamientos fluctuaban, pero que en sus fluctuaciones más extremas nunca había sido un ateo, en el sentido de negar la existencia de Dios. Decía: «creo que generalmente, más y más a medida que me hago viejo, pero no siempre, “agnóstico” sería la descripción más correcta de mi estado de mente»⁹.

8.5. Interpretación materialista de la evolución

Está claro que las ideas de Darwin sobre la evolución chocaban con muchos aspectos de la doctrina tradicional cristiana, entre ellos la naturaleza de la acción de Dios en el mundo, la finalidad de la creación, la historicidad del relato de la creación interpretado literalmente, la historia de la creación del hombre a imagen de Dios y del pecado original de Adán y, relacionado con él, el papel redentor de Cristo. No es de extrañar que, desde su propuesta, la teoría de la evolución provocara serios debates en el ambiente religioso, primero en Inglaterra y luego fuera de ella, a medida que la obra fue conocida en otros países de tradición cristiana y traducida a otros idiomas. Uno de los aspectos en los que más se manifestaba este choque era la contraposición entre el mecanismo de la selección natural, basado en el azar, y la existencia de un diseño en la naturaleza por parte del Creador. Ya vimos cómo un número de influyentes obras de teología natural utilizaban precisamente el argumento del diseño para mostrar la presencia de la acción divina en el mundo. Darwin mismo no desarrolló las consecuencias religiosas de la evolución y se alejó de muchas de sus

9. A. HUNTER DUPRÉ, «Christianity and the Scientific Community in the Age of Darwin», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *op. cit.*, pp. 351-368.

interpretaciones, sobre todo en el campo social y de la moral. Aunque para Darwin la evolución no tenía ninguna dirección, pronto se interpretó siguiendo las ideas del progreso, en boga por entonces, y dándole un carácter progresista que podía aplicarse también a fenómenos sociales y políticos.

No faltaron desde el principio las interpretaciones puramente materialistas de lo que se ha llamado el «naturalismo evolutivo», que sería utilizado en contra de la doctrina cristiana de la creación y la providencia. Entre las primeras destaca la postura de Huxley, que consideró desde el principio la evolución como claramente incompatible con la doctrina cristiana. En Alemania, la existencia en esa época de fuertes movimientos filosóficos naturalistas explica la buena acogida que tuvo la teoría de la evolución, a la que también se dio en muchos casos un carácter marcadamente materialista y contrario a la religión. La figura más importante fue Ernst Haeckel, profesor de zoología y anatomía comparada en Jena, que formuló un esquema de evolución de todos los animales desde una materia primitiva inorgánica hasta el hombre, y vio en las formas del embrión humano una señal de los vestigios de toda la evolución. Sobre ella basó una concepción filosófica monista y materialista y extendió su aplicación a los fenómenos sociales, con el fin de superar los dualismos natural-sobrenatural y materia-espíritu. Haeckel pretendió fundamentar una especie de «religión» puramente naturalista que terminó apareciendo tan dogmática como aquella a la que atacaba. Sus ideas se extendieron por toda Europa. En Francia, la traducción en 1862 de las obras de Darwin por Clémence Royer iba precedida de un prólogo de marcado carácter antirreligioso. En otros países, como Italia y España, su introducción estuvo también marcada por interpretaciones naturalistas que suscitaron la oposición de los ambientes religiosos.

Entre las primeras aplicaciones de las ideas de la evolución biológica a los fenómenos sociales se encuentran las de Spencer, que, como ya vimos, había popularizado la expresión de la «supervivencia del mejor dotado» y que ahora interpretaba en las conductas humanas, creando lo que se ha llamado el «darwinismo social». Estas ideas, que tenían generalmente un marcado carácter antirreligioso, experimentaron una rápida expansión y sirvieron para justificar prácticas sociales de muy diversa índole, co-

mo la esclavitud y el imperialismo. El darwinismo social influyó en reformadores sociales como Karl Marx y Friedrich Engels. Aunque tuvo al principio aspectos liberales, el darwinismo social sirvió también para justificar teorías sociales de otros tipos: por ejemplo, para defender la dominación, por parte del imperio británico, de los pueblos ocupados. F.C. Selows, en 1896, consideraba que los ingleses en la India y África estaban llevando a cabo la ley inexorable propuesta por Darwin. Considerando que las razas constituían distintas especies del género humano, estas ideas contribuyeron a alimentar posturas racistas que apoyaban la idea de unas razas superiores, como la blanca, y otras inferiores. Las ideas radicales del darwinismo social de Haeckel fueron en Alemania aprovechadas por propagandistas de movimientos políticos, en especial el Nacionalsocialismo con su propuesta de la primacía de la raza aria.

La consideración de la teoría de la evolución, que se aplica a todos los aspectos de la vida y se convierte así en una visión global o una ideología que pretende explicar toda la realidad, sigue hoy muy extendida. Richard Dawkins, como ya comentábamos en el capítulo 3, considera que la visión del mundo darwinista es la única teoría que puede, en principio, resolver el misterio de nuestra existencia. Para él no hay que buscar otras explicaciones. No hay ningún diseñador o relojero que haya hecho el reloj del mundo; la selección natural es «el relojero ciego», es decir, el proceso ciego e inconsciente que constituye la verdadera explicación del aparente diseño que, a veces, se aprecia en la vida.

8.6. Evolucionismo y cristianismo

Ya hemos visto, al hablar de las primeras desavenencias entre la teoría de la evolución y la doctrina cristiana, el debate en Oxford, en 1860, entre Huxley y el Obispo Wilberforce. Este debate se ha convertido en el paradigma de la reacción en ambientes cristianos en contra del evolucionismo. La selección natural presentaba una propuesta de naturalismo riguroso, en el que no se requería la acción de ningún agente externo para explicar el desarrollo y la evolución de las especies. Para el pensamiento ortodoxo cristiano, esto representaba eliminar de la consideración de la natura-

leza toda referencia a un Dios creador¹⁰. Es natural que la evolución se percibiera como una amenaza para la religión. Como afirmaba en 1875 el teólogo americano presbiteriano Charles Hodgson, en su obra sobre el darwinismo, la conclusión es que la negación del diseño en la naturaleza significa virtualmente la negación de Dios. En los países de tradición católica, como Francia, Italia y España, las ideas de Darwin fueron recibidas por los ambientes eclesiásticos, en general, con un fuerte rechazo. Sólo una pequeña minoría, que fue a menudo mirada con sospecha, intentó buscar un acuerdo entre las nuevas ideas y la doctrina tradicional. En Alemania, el Sínodo de los Obispos reunido en Colonia en 1860, condenó el evolucionismo por estar en contradicción con la Escritura y la fe católica. Ésta es la única condena oficial del evolucionismo por una institución eclesiástica católica.

Sin embargo, el rechazo de las ideas de Darwin por parte de elementos eclesiásticos, que se produjo primeramente en Inglaterra con miembros de la Iglesia Anglicana, no fue unánime¹¹. Ya entre los contemporáneos de Darwin hubo teólogos anglicanos (por ejemplo, Charles Kingsley y Frederik Temple) que vieron la teoría de la evolución compatible con la doctrina cristiana. Para ellos la evolución se podía considerar como la forma en que Dios ha creado el mundo, y la evolución de las especies como la manera en que Dios ha hecho que las cosas se hicieran a si mismas. Como ya vimos, en 1860 Temple pronunció un sermón en Oxford en esta línea que causó mucha expectación. El mismo Darwin concedía que era absurdo dudar que una persona pudiera ser al tiempo un ardiente teísta y un evolucionista, y ponía como ejemplo a Kingsley. Otro caso fue el del botánico Asa Gray, profesor en la universidad de Harvard, que mantuvo una abundante correspondencia con Darwin y difundió sus ideas en Norteamérica. Gray no veía ninguna inconsistencia entre, por una parte, la evolución y el mecanismo de la selección natural y, por otra, la teo-

-
10. J.H. BROOKE, *Science and Religion. Some Historical Perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge 1991, cap. 8: «Evolutionary Theory and Religious Belief», pp. 275-320.
 11. Frederick GREGORY, «The Impact of Darwinian Evolution on Protestant Theology in the Nineteenth Century», en D.C. LINDBERG y R.L. NUMBERS (eds.), *op. cit.*, pp. 369-390.

logía natural tradicional. Sostenía que las variaciones en la evolución habían sido guiadas por Dios a lo largo de líneas beneficiosas, idea que Darwin no compartía. Mientras Gray veía claramente una tendencia teleológica en el proceso de la evolución y no tenía, por tanto, dificultad en afirmar la existencia de un diseño divino global, Darwin consideraba que éste era un problema insoluble. En Inglaterra, desde el campo católico, St. George Mitvart intentó conjugar la doctrina evolucionista con la doctrina católica. Su relación con Darwin pasó, de ser buena al principio, a agriarse después de sus duras críticas y ataques a Huxley, de quien había sido alumno. Sus opiniones sobre algunos aspectos teológicos le crearon problemas con las autoridades eclesiásticas. En 1863, John H. Newman, que luego sería cardenal de la Iglesia católica, no veía dificultad en aceptar la idea de la evolución, en la medida en que no negara a Dios. Más aún, le resultaba más difícil sostener que las especies habían sido creadas independientemente y que las semejanzas entre los primates y el hombre no tenían nada que ver con una conexión histórica entre ellos.

Tampoco faltaron en Francia a finales del siglo XIX, entre los pensadores católicos, quienes defendieran algún tipo de evolución, como es el caso del abate Guillemet, que defendía en 1894 una concepción espiritualista y cristiana de la evolución que muestra admirablemente los esplendores de la obra de Dios¹². Afirmaba que dejar a materialistas y ateos la explotación exclusiva de la parte de verdad que encierra la evolución es hacer su propaganda fácil, y su seducción potente. El dominico Antonin-Gilbert Sertillanges, en 1897, objetaba a quienes defendían las posiciones fixistas su ausencia de argumentos científicos. En 1891, Monseñor Maurice d'Hulst, en una conferencia cuaresmal en la catedral de Notre Dame, afirmaba que con Dios en el origen del ser, Dios al término del progreso, y Dios sobre los flancos de la columna para dirigir y sostener el movimiento, la evolución es admisible¹³.

12. Georges MINOIS, *L'Église et la science*, Fayard, Paris 1991, vol. 2, pp. 222-231.

13. *Ibid.*, p. 229.

Las primeras referencias a la obra de Darwin en España son de 1860, y en 1868 ya se había extendido, aunque la traducción completa de *El origen del hombre* y *El origen de las especies* tuvo lugar en 1876 y en 1877, respectivamente. A partir de estos años se produjo una polémica generalizada¹⁴. Por ejemplo, el arzobispo de Granada, Bienvenido Monzón, reaccionó contra una presentación de las ideas de Darwin hecha por Rafael García Álvarez, al considerarlas «heréticas, injuriosas para con Dios y su providencia y sabiduría infinitas, depresivas para la dignidad human y escandalosas para las conciencias». En ambientes científicos, las ideas de la evolución fueron introduciéndose rápidamente con distintas posturas religiosas. En muchos casos, las ideas de Darwin se conocieron a través de las traducciones de las obras de Haeckel, sobre todo de su *Historia natural de la creación*. Mientras que algunas posturas eran claramente materialistas, como las de Francisco Suñer y Capdevila y Joaquín Bartrina, otros, como Antonio Machado Núñez, abuelo del poeta, se mantenían fieles a sus creencias religiosas. Juan Vilanova y Piera, uno de los pioneros de la geología en España e introductor de las ideas de Lyell, se mantuvo contrario, desde el punto de vista puramente científico, a las ideas evolucionistas. Vilanova mantuvo las ideas creacionistas y la armonía entre la Biblia y las ciencias naturales. Ya en 1868, Francisco Tubino distinguió claramente entre el ámbito de la ciencia y el de la religión. Así, afirmaba que, al discurrir sobre el origen del hombre, se mantenía dentro de la ciencia pura y no iba a buscar la respuesta en la Biblia, «puesto que las sagradas letras no me enseñan ni la física ni la geología ni ninguna de las diversas ramas del saber profano, sino el camino de la eterna salud»¹⁵. Esta separación de ciencia y religión se encuentra también en Peregrín Casanovas, catedrático de anatomía, defensor del evolu-

14. Thomas F. GLICK, *Darwin en España*, Península, Barcelona 1982; Francisco PELAYO, *Ciencia y creencia en España durante el siglo XIX. La paleontología en el debate sobre el darwinismo*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid 1999; L. SEQUEIROS, «Presentación: El debate sobre el transformismo de Darwin hace 150 años y en la actualidad», en Rafael GARCÍA ÁLVAREZ, *Estudio sobre el transformismo (1883)* (edición facsímil), Instituto Padre Suárez, Granada 2008.

15. F. PELAYO, *op. cit.*, p. 143.

cionismo y de las ideas de Heackel, con quien mantuvo correspondencia, y que en 1879 afirmaba que, como naturalista, aceptaba la ley de la selección natural y, como cristiano, creía en el evangelio. Dos figuras importantes en el ambiente eclesiástico de finales del siglo XIX que intentaron un acercamiento entre la teología tradicional y el evolucionismo fueron el cardenal Ceferino González, arzobispo de Toledo, y el teólogo dominico Juan González de Arintero. González admitía que un católico podía ser partidario de esta doctrina científica si se aislaba de su aplicación al hombre; y si se hacían las oportunas reservas, podía haber y había, de hecho, dentro de los dogmas católicos. Arintero tuvo una postura evolucionista más clara y proponía que se tenía que hacer con Darwin lo que Santo Tomás había hecho con Aristóteles¹⁶. Para él la evolución tenía un carácter teleológico y teísta y exigía en el origen del hombre una intervención especial de Dios.

Las dificultades para aceptar las ideas evolucionistas por parte de autores fieles a la tradición cristiana procedían de la importancia del azar en el mecanismo de la evolución, la interpretación puramente naturalista dada por muchos de todo el proceso y su aplicación al origen del hombre. Para ser aceptado desde el punto de vista cristiano, de alguna manera el proceso evolutivo tenía que ser visto como dirigido por Dios, de quien procede toda la creación, lo cual parecía difícil si el único mecanismo que actuaba es el de la selección natural. El problema del origen del hombre era el que más problemas suscitaba. Aunque se podía aceptar sin mayor dificultad la evolución de las especies biológicas hasta el hombre, esto debía aplicarse sólo al cuerpo del primer hombre, y la creación del alma necesitaba un acto especial de Dios. El tender puentes entre las dos doctrinas resultaba difícil al principio, cuando, además, las mismas bases científicas del mecanismo de la evolución resultaban todavía sujetas a debate. A medida que la teoría científica se fue solidificando y los mecanismos de la selección natural se hicieron más claros, su aceptación en el pensamiento cristiano se fue haciendo cada vez más necesaria. A pesar de que durante un tiempo las posturas evolucionistas se veían en ambientes eclesiásticos con sospecha, su aceptación terminó im-

16. T.F. GLICK, *op. cit.*, pp. 44-45.

poniéndose. Ya veremos cómo el jesuita Pierre Teilhard de Chardin tuvo dificultades con las autoridades eclesiásticas en su esfuerzo, en los años 1930-1950, para que se aceptase su visión cristiana de la evolución. Estas dificultades se han ido finalmente resolviendo en nuevas formas de interpretar la teología de la creación del mundo, de los seres vivos y del hombre.

8.7. Los papas y la evolución

Dentro de la relación entre el catolicismo y la teoría de la evolución, es de interés considerar la posición adoptada por los diversos Papas. Hay que tener en cuenta que los puntos más importantes que se plantean entre la teoría de la evolución y la doctrina cristiana son: a) el problema de la interpretación de los textos de la Biblia que se refieren a la creación de los seres vivos y del hombre; b) el de la posición especial del hombre, creado a imagen y semejanza de Dios y no mero fruto de la evolución animal; y c) el problema del pecado original, vinculado con el papel redentor de Jesucristo. La época de la publicación de la obra de Darwin coincide con la toma de posición por parte del Magisterio de la Iglesia contra los errores del modernismo. Esta postura se declara en los documentos de Pío IX, la encíclica *Quanta cura* y el *Syllabus* de 1864, en los que se trata de «los monstruosos delirios de las opiniones que principalmente dominan esta época con gravísimo daño de las almas y detrimento de la misma sociedad»¹⁷. El título del *Syllabus* es, precisamente, el de «Índice de los principales errores de nuestro siglo», y contiene una larga lista de 80 errores. Sin embargo, ni en la encíclica ni en el índice aparece mención alguna de la evolución. La ciencia sólo se menciona en el número 12 para denunciar el error de quienes opinan que los decretos eclesiásticos impiden el libre progreso de la ciencia.

En 1893, León XIII publicó su encíclica *Providentissimus Deus*, que trata sobre la forma de la correcta interpretación de las Escrituras¹⁸. Aunque en ella se adopta, en general, una postura con-

17. H. DENZINGER y P. HÜNERMANN, *El Magisterio de la Iglesia*, Herder, Barcelona 1999, pp. 2.890-2.896.

18. *Ibid.*, pp. 3.280-3.294.

servadora, sin embargo, por primera vez se presenta explícitamente en una encíclica la forma en que deben interpretarse los textos que se refieren a fenómenos naturales. La encíclica dice claramente, citando a san Agustín, que no se debe buscar en ellos enseñanzas sobre los fenómenos naturales: «Los escritores sagrados... no quisieron enseñar a los hombres esas cosas, es decir, la constitución de las cosas sensibles, comoquiera que para nada habían de aprovechar a su salvación». Por eso en ellas, al hablar de los fenómenos naturales, se emplea «cierto modo de metáforas o como solía hacerlo el lenguaje común de su tiempo». Con esto queda claramente rechazada en estos casos una interpretación literal del texto. Esta postura se verá repetida en la respuesta que da la *Comisión Bíblica* en 1909, donde se afirma que los primeros capítulos del Génesis no tienen carácter científico. Y se pregunta: «¿Ha de buscarse en la interpretación de estas cosas exactamente y siempre el rigor de la lengua científica?». Y la respuesta es «No». En este documento se repite que el texto del Génesis no trata de enseñar de modo científico, sino más bien dar una noticia popular acomodada a los sentidos, tal como era el uso en el lenguaje común del tiempo en que se escribió el texto¹⁹. Recordemos que ésta fue la postura de Galileo con respecto a los textos que hablaban del movimiento del Sol y la estabilidad de la Tierra, sin duda aconsejado por teólogos como Foscarini, que mantenían ya para estos casos una interpretación acomodaticia. La doctrina de León XIII fue repetida por Pío XII en 1943 en la encíclica *Divino afflante Spiritu*, sobre la interpretación de los textos bíblicos, sin añadir nada a lo ya dicho respecto de los textos que tratan sobre fenómenos naturales²⁰.

La encíclica de Pío X *Pascendi dominici gregis*, de 1907, sobre las doctrinas de los modernistas podría parecer una buena oportunidad para tratar el tema del evolucionismo²¹. En esos años se estaba produciendo en muchos lugares un fuerte debate en torno a la evolución, no sólo en el campo científico, sino también en el religioso. La encíclica comienza recordando que en los últimos

19. *Ibid.*, pp. 3.512-3.519.

20. *Ibid.*, pp. 3.825-3.831.

21. *Ibid.*, pp. 3.475-3.500.

tiempos ha crecido el número de los que se oponen a la Iglesia, para después pasar revista a los diversos errores de los llamados «modernistas». Curiosamente, aunque el evolucionismo era utilizado entonces bastante a menudo para difundir opiniones naturalistas y ateas, el tema no aparece. Sólo en una mención breve se habla de la necesidad de conciliar fe y ciencia.

El tema del evolucionismo aparece explícitamente por primera vez en la encíclica de Pío XII *Humani generis*, de 1950, que trata sobre algunas falsas opiniones contra los fundamentos de la doctrina cristiana²². Ya en el párrafo 3 se advierte que algunos admiten el sistema evolucionista sin discreción ni prudencia, aunque ni en el campo de las ciencias naturales ha sido probado como indiscutible, para sacar de él consecuencias monistas y pan-teístas. La encíclica pasa a discutir sobre las posiciones filosóficas del inmanentismo, el idealismo, el materialismo y el existencialismo. El tema de la evolución se retoma en el párrafo 29, donde se afirma: «El magisterio de la Iglesia no prohíbe que, según el estado actual de las ciencias y la teología, en las investigaciones y disputas de los entendidos de entrambos campos sea objeto de estudio la doctrina del evolucionismo, en cuanto que busca el origen del cuerpo humano en una materia viva preexistente. Sin embargo, la fe católica exige defender que las almas son creadas inmediatamente por Dios». Pide que las opiniones sean examinadas y juzgadas seria, moderada y templadamente. Y enseguida hace un llamamiento a la cautela, al dudar de que el evolucionismo esté científicamente demostrado: «Algunos pretenden que el origen del cuerpo humano de una materia viva preexistente fuese ya absolutamente cierto y demostrado por los datos e indicios hallados hasta el presente y los razonamientos de ellos deducidos». En el párrafo siguiente (30) excluye la posibilidad del poligenismo, pues «no se ve claro cómo tal sentencia puede compaginarse con cuanto las fuentes de la verdad revelada y el magisterio de la Iglesia enseñan sobre el pecado original». Aunque para entonces el evolucionismo ya era la doctrina comúnmente aceptada entre los científicos, Pío XII aún no la consideraba así. Sin embargo, no se prohíbe que se mantenga el proceso evolutivo como origen del

22. *Ibid.*, pp. 3.875-3.899.

cuerpo humano, aunque esto se haga con cautela y prudencia. Con respecto a la evolución biológica fuera del hombre, no se considera éste un tema que pueda preocupar, y de ella no se habla, ya que no crea ningún problema teológico, salvo cuando se utiliza para defender posturas naturalistas y ateas.

Los papas siguientes trataron el tema de forma breve. Por ejemplo, en 1966 Pablo VI comenta que una evolución teísticamente entendida es perfectamente asumible en la fe católica. En 1996, Juan Pablo II, en un discurso ante la Academia Pontificia de las Ciencias, da un nuevo paso al admitir que la teoría de la evolución tiene un mayor estatus de certidumbre científica²³. Comienza recordando cómo ya Pío XII había dicho que no hay oposición entre la evolución y la doctrina de la fe acerca del hombre y su vocación. Sin embargo, Pío XII había añadido, como ya vimos, que esta opinión no debía ser adoptada como si fuera doctrina probada y cierta. Juan Pablo II continuó diciendo: «Hoy, casi medio siglo después de la publicación de la encíclica, nuevos conocimientos han llevado al reconocimiento de la teoría de la evolución como más que una hipótesis. Es ciertamente claro que esta teoría ha sido progresivamente aceptada por investigadores de varios campos del conocimiento. La convergencia, no buscada ni fabricada, de los resultados de trabajos conducidos independientemente es en sí misma un argumento significativo en favor de la teoría». Llama la atención Juan Pablo II en el sentido de que debe hablarse de varias teorías de la evolución, debido, por ejemplo, a la diversidad de explicaciones propuestas para el mecanismo de la misma. También añade que existen lecturas materialistas y reduccionistas y lecturas espiritualistas, y juzgar estas lecturas es competencia de la filosofía y, finalmente, de la teología. Los términos empleados implican la aceptación de la evolución, no simplemente como una mera hipótesis, sino como una teoría cuya validez está refrendada por su adaptación a los datos de las observaciones.

23. JUAN PABLO II, «Discurso a la Academia Pontificia de las Ciencias» (24 de octubre de 1996): *Acta Apostolicae Sedis*, 89 (1997) 186-190.

8.8. Creacionismo y diseño inteligente

Dos posturas contrarias a la evolución se presentan todavía actualmente en ambientes cristianos tradicionales, sobre todo en los Estados Unidos, como alternativas a la evolución, y se intenta que se enseñen en las escuelas públicas, en lugar de –o al menos junto con– la teoría de la evolución biológica. La primera, el «creacionismo», mantiene la interpretación literal de la creación según el texto del libro bíblico del Génesis, con la creación directa de las especies en seis días y la edad de la tierra en sólo unos miles de años (lo que se conoce como «tierra joven»). Esta postura se encuentra muy extendida entre grupos fundamentalistas protestantes del sur y el centro de los Estados Unidos. El movimiento «fundamentalista cristiano», también llamado «evangelismo fundamentalista», tiene su origen como reacción, por parte de algunas iglesias protestantes, frente al movimiento modernista de finales del siglo XIX y comienzos del XX. El término se basa en el título de la obra *Fundamentals: A testimony to the truth* (Fundamentos: Un testimonio de la verdad), publicada entre 1910 y 1915 y en la que se presentaban las verdades cristianas fundamentales. Entre ellas se encontraba la aceptación de la verdad literal del texto de la Biblia y el rechazo de la crítica bíblica. En el debate entre creación y evolución, esta corriente niega la evolución ateniéndose al sentido literal del texto del Génesis. La influencia de estos grupos hizo que en varios estados se aprobaran leyes que prohibían la enseñanza de la evolución en las escuelas públicas. El tema adquirió notoriedad en 1925, en el juicio celebrado en Dayton (Tennessee) contra John Scopes, profesor de biología en la escuela pública, acusado de enseñar la teoría de la evolución, cosa que no estaba permitida por las normas del estado. El juicio se convirtió en un caso muy célebre que terminó en el tribunal supremo del estado de Tennessee. En algunos estados, hasta 1960 no se introdujo la teoría de la evolución en los textos de biología de enseñanza secundaria de las escuelas públicas.

El Tribunal Supremo de los Estados Unidos decidió finalmente, en 1987, que el creacionismo era una doctrina de carácter religioso y, por lo tanto, declaró que su enseñanza no era lícita en la escuela pública. Sin embargo, todavía en 1999, el comité de educación del estado de Kansas votó en contra de la enseñanza de

la evolución en las escuelas públicas del estado y lo dejó en manos de los consejos locales. Esta decisión fue echada atrás al año siguiente. Sólo en 2007 se suprimieron todas las objeciones a esta enseñanza. Todo ello muestra cómo, en la mentalidad religiosamente conservadora norteamericana, aun hoy en día se asocia la teoría de la evolución con su interpretación materialista y atea, y se quiere evitar su enseñanza en las escuelas.

El «diseño inteligente» es una corriente más moderna, que tiene su origen en 1990 con el libro de Charles Thaxton, *Of Pandas and people* (Sobre los pandas y la gente)²⁴. Nace después de la decisión de 1987 del Tribunal Supremo de los Estados Unidos sobre la enseñanza del creacionismo en las escuelas públicas. La tesis del diseño inteligente evita hablar de Dios y negar la evolución, y en su lugar se postula la existencia de un «diseñador inteligente» que ha guiado la evolución. Se defiende, además, que la selección natural sola no puede explicar la complejidad de los seres vivos y su evolución hasta el hombre, en tan poco tiempo, por mecanismos que se reducen al puro azar y a la selección natural. Según los autores de esta corriente de pensamiento, hay muchos procesos en la evolución que no quedan explicados, y por eso se propone que es necesario aceptar la actuación de un «diseñador» que ha dirigido el proceso. Y tratan de demostrar esta postura con ejemplos concretos de determinados pasos en la evolución biológica que no pueden explicarse por los mecanismos propuestos. Dos conceptos importantes que utilizan estos autores en sus desarrollos son la «complejidad irreducible» y «la complejidad especificada», introducidos por Michael Behe, que están apuntando a una causa inteligente. Un punto importante es que consideran que esta teoría pertenece al ámbito científico, y piden que esta teoría se enseñe en las clases de ciencias en las escuelas, en lugar de o, por lo menos, además de la teoría de la evolución. Para promocionar esta línea de pensamiento, en 1990 se creó el *Discovery Institute*, que en 2002 organizó el *Center for Science and Culture*, cuyos miembros tratan de influir en los comités de las escuelas públicas para que la teoría se enseñe en las clases de ciencias.

24. William A. DEMBSKI, *Diseño inteligente. Respuestas a las cuestiones más espinosas del diseño inteligente*, Homolegens, Madrid 2006.

Está claro que el creacionismo es una postura que no puede mantenerse de acuerdo con la interpretación correcta de la Biblia. Como ya hemos visto, la Biblia no puede interpretarse literalmente, porque han de tenerse en cuenta la época en la que se escribió cada uno de los libros, los condicionamientos culturales de sus respectivos autores y los géneros literarios empleados en las narraciones. Esto hay que tenerlo en cuenta, sobre todo, cuando en dichos libros se narran fenómenos naturales desde el punto de vista de los conocimientos que se tenían en cada época, y teniendo en cuenta que su finalidad es transmitir una verdad religiosa, no proporcionar un conocimiento científico. No tiene sentido, por tanto, que se pretenda enseñar la visión bíblica del Génesis en las clases de ciencias.

El problema del diseño inteligente es distinto, ya que en este punto no se trata de imponer como científica la visión bíblica de la creación, sino de demostrar que la teoría de evolución, sobre todo en cuanto al mecanismo de la selección natural, no es, desde un mismo punto de vista científico, suficiente para explicar la aparición de las distintas especies de seres vivos. Según sus defensores, la misma evolución, examinada científicamente, exige postular la acción de un diseñador inteligente que la ha dirigido. En contra de esta postura se arguye que la comunidad científica no ha aceptado como válidos los argumentos concretos presentados por quienes propugnan el diseño inteligente. El mecanismo de la selección natural entendido modernamente explica suficientemente los pasos de la evolución biológica. En realidad, el tipo de argumentación del diseño inteligente es heredero de la teología natural de los autores ingleses del siglo XIX. No puede mantenerse como perteneciente a la ciencia misma, y en realidad se trata, por tanto, de una teología natural, como veíamos en el capítulo 3 (3.9). En esta categoría incurre en la dificultad, como ya quedó explicado en el capítulo citado, de querer llegar hasta la demostración de la existencia de Dios a partir de las características de los fenómenos naturales sin una adecuada fundamentación filosófica que lo justifique. El argüir la acción de Dios desde fallos o lagunas todavía no comprendidas suficientemente significa, en la explicación científica, situarse en lo que se ha llamado el «Dios tapa agujeros», que corre siempre el peligro de desvanecerse cuando, finalmente, se encuentra dicha explicación.

La resistencia a aceptar la evolución por parte de sectores tradicionales cristianos estriba en que ésta viene mezclada a veces con interpretaciones materialistas y ateas que la presentan como una alternativa a la creación. Hay que distinguir, por tanto, entre lo que es la teoría científica y sus interpretaciones ideológicas. Como vimos en el desarrollo histórico, entre los mismos contemporáneos de Darwin se dieron ya interpretaciones teístas y ateas de la evolución. Como teoría científica, la evolución es independiente de estas interpretaciones y, por lo tanto, su aceptación no debe crear problemas en ambientes religiosos, ni hay que tratar de buscar alternativas a ella por motivos religiosos.

9. El origen de la vida y del hombre

9.1. El camino a la complejidad

HEMOS visto en el capítulo 7 (ver cap. 7.4) cómo en el universo primitivo, en las primeras fracciones de un segundo después del *big-bang*, la materia estaba formada únicamente por una especie de aglomerado de las partículas y antipartículas más simples (quarks y leptones) que se mantenían independientes a una enorme temperatura (10^{30} °K) y que continuamente interactuaban con los fotones portadores de la energía, convirtiéndose en energía y volviendo a aparecer como materia. Las entidades de la materia estaban, por tanto, exclusivamente formadas por los elementos más simples que conocemos. A partir de esos elementos simples, la materia empieza a agruparse y organizarse, creando compuestos cada vez más complejos. Primero, hacia unos 10^{-5} de segundo, se produce el confinamiento de los quarks para formar los protones, neutrones y mesones, los elementos constitutivos de la materia. Un segundo más tarde, cuando la temperatura ha bajado a unos 10^5 °K, se forman los primeros núcleos de materia, formados por los núcleos de hidrógeno (un protón), deuterio (un protón y un neutrón) y helio (dos protones y dos neutrones). Al continuar la expansión y enfriamiento del universo, la densidad de la materia empieza a superar la de la radiación; unos trescientos mil años más tarde, la radiación se desacopla de la materia, quedando libres los fotones; y un poco más tarde empiezan a formarse los primeros átomos neutros mediante la captura de electrones por los núcleos. En este estadio, los únicos átomos que formaban la materia del universo eran los más sencillos: hidrógeno y helio, con una proporción semejante a la actual (75% de hidrógeno y 25% de helio).

La fuerza gravitacional empieza a actuar sobre los átomos, agrupándolos y concentrándolos en ciertas regiones. Ya vimos cómo la heterogeneidad observada en la radiación cósmica de fondo ha mostrado que las condiciones iniciales del universo no eran totalmente isotrópicas y homogéneas, sino que se daban ya ciertas pequeñas heterogeneidades y estructuras. Estas estructuras se van a comportar como las semillas de las futuras concentraciones de materia y van a dar origen, unos 10 millones de años más tarde, a las futuras primeras galaxias. En estas galaxias se forman, entre 2.000 y 5.000 millones de años después, las primeras estrellas, formadas todavía exclusivamente por átomos de hidrógeno y de helio.

En el interior de las estrellas es donde se dan las condiciones de presión y temperatura para que, a partir de los átomos de hidrógeno y de helio, se sinteticen los átomos más pesados. Por ejemplo, tres átomos de helio dan uno de carbono. Carbono más helio, da oxígeno. Carbono, hidrógeno y oxígeno son los átomos básicos para la vida. En el interior de las estrellas, en este estadio primitivo del universo, se preparan ya los elementos necesarios para la formación de los seres vivos. Ahí es donde se sintetizan todos los demás átomos, hasta los más pesados. Hemos visto cómo las estrellas no son estáticas, sino que están sujetas a una lenta evolución, uno de cuyos últimos estadios es la explosión de su capa externa, en lo que se conoce como una nova o super-nova, que aparece en el cielo con un enorme brillo. En esta explosión, los átomos pesados que se había sintetizado en su interior son expulsados al espacio interestelar, formando nubes de polvo. El material en las nubes de polvo interestelar empieza a aglutinarse por efecto de la fuerza de gravitación, para formar moléculas y agrupaciones que finalmente forman asteroides y pequeños planetas o planetesimales, que son atrapados gravitacionalmente por estrellas para formar discos de materia a su alrededor. A partir de estos discos, la materia se sigue agrupando para formar planetas, que giran alrededor de las estrellas. Algunos planetas son grandes globos de material ligero, prácticamente hidrógeno y helio, mientras que otros están formados por materiales de mayor densidad. Estos últimos suelen estar en órbitas más cercanas a la estrella. Hasta hace poco, sólo se conocían los planetas del sistema solar; pero, desde hace unos años, se han observado planetas en torno

a otras estrellas. Hasta el presente, las observaciones han sido, sobre todo, indirectas, basadas en la influencia que los planetas producen en la estrella alrededor de la cual giran, aunque hay ya algunas observaciones más directas. Una de esas estrellas es el Sol, y uno de los planetas que giran alrededor suyo es la Tierra. El Sol no ocupa ningún lugar privilegiado dentro de nuestra galaxia, al estar situado cerca del borde de la misma. Se trata de una estrella normal, es decir, una estrella que se encuentra en lo que se llama la «secuencia principal», estable al menos en los próximos 6.000 millones de años.

9.2. De la materia inerte a la vida

Las rocas más antiguas de la tierra permiten determinar con bastante exactitud que la Tierra se formó hace 4.500 millones de años y ocupa la tercera órbita en torno al Sol, con Mercurio y Venus más cercanos a dicho Sol, y Marte, Júpiter y Saturno más distantes del mismo. La distancia de la Tierra al Sol (entre 143 y 152 millones de km.) es la adecuada para mantener una temperatura media en su superficie de 15°C, la necesaria para el desarrollo de la vida. Los planetas más cercanos tienen temperaturas muy altas, y los lejanos muy bajas. La presencia de un satélite, la Luna, relativamente grande, favorece la estabilidad del eje de rotación de la Tierra y la existencia de mareas altas que resultan en una estabilidad climática. De hecho, en los últimos 550 millones de años el clima de la Tierra ha sido muy estable, con variaciones de temperatura media global inferiores a 10°C, favoreciendo la evolución de vida compleja. En su interior, la Tierra tiene un núcleo metálico compuesto básicamente de hierro, que se encuentra en su parte externa fundido. El movimiento de este material produce la existencia del campo magnético terrestre que protege a la Tierra de radiaciones adversas, tanto solares como cósmicas. El campo magnético terrestre es, en realidad, como una especie de paraguas protector de la Tierra. La presencia de los grandes planetas, Júpiter y Saturno, protege a la Tierra de impactos, y su distancia al Sol y entre ellos es la adecuada para favorecer la estabilidad axial de la Tierra. Las rocas que forman la corteza terrestre son silicatos de aluminio y de sodio; y las más pesadas, silicatos y óxidos de mag-

nesio y de hierro. El movimiento de las placas tectónicas y el volcanismo mantienen una dinámica que renueva continuamente parte del material de la corteza. La acción de la erosión conduce a la formación de rocas sedimentarias. La misma Tierra sólida es un planeta en continuo cambio, lo que también va a favorecer el desarrollo en ella de la vida. El 71% de la superficie de la Tierra está cubierto por océanos, con lo que el agua es un elemento abundante, necesario para el desarrollo de la vida. Envolviendo su superficie se encuentra la atmósfera, compuesta hoy de un 78% de nitrógeno y un 21% de oxígeno, con pequeñas cantidades de otros gases. La presencia de oxígeno en la atmósfera, como ya veremos, es una contribución de los seres vivos; originariamente, la atmósfera carecía de oxígeno y estaba formada, además de por nitrógeno, por otros gases como dióxido de carbono, amoníaco y metano. Por su posición en el sistema solar, ni muy cerca ni muy lejos del Sol, la estabilidad de su rotación sobre sí misma y de su traslación alrededor del astro solar, su composición, su densidad (que da origen a un campo de gravedad moderado), la existencia de un campo magnético y la abundancia de agua en forma líquida, la Tierra reúne las condiciones adecuadas para que en ella se desarrolle la vida.

En su época más remota, no había vida sobre la Tierra. Cómo se formaron los primeros seres vivos sobre ella es un problema todavía no resuelto del todo. Darwin había especulado con que la vida podría haber empezado en aguas someras calientes con mezclas de amoníaco y sales fosfóricas, de forma que por la acción de la luz, el calor y la electricidad se formarían proteínas, cambios más complejos y, finalmente, los primeros seres vivos primitivos. Las primeras consideraciones sobre el origen de la vida, desde un punto de vista científico, fueron las del químico orgánico ruso Alexander Oparin en los años 1920 y 1930. Oparin supuso que en la atmósfera primitiva se encontraban ya los elementos necesarios para la vida, como metano, amoníaco, dióxido de carbono y agua. Por la acción del calor y de las descargas eléctricas, se habrían dado reacciones químicas que condujeron a la formación de aminoácidos, formados por cadenas de carbono unidas a hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. La unión de varios aminoácidos daría lugar a la formación de péptidos y, en cadenas muy largas, de proteínas. En las aguas someras calientes, en las

que se habrían depositado estas substancias, se darían procesos por los que la multiplicación de aminoácidos y proteínas llevaría a la formación de agregados que Oparin llamó «protobiontes», es decir, previos a la vida, a partir de los cuales podrían haber surgido formas primitivas de vida precursoras de las primeras células vivas. El proceso se proponía todavía a nivel especulativo, sin una base experimental que lo refrendase. Esta base la buscaron Stanley Miller y Harold Urey, de la Universidad de Chicago, en experimentos de laboratorio realizados a partir de 1953. En ellos demostraban que era posible la formación de moléculas orgánicas a partir de mezclas que simularan la atmósfera primitiva, formada de nitrógeno, dióxido de carbono, metano, amoníaco y otros gases, sometidos a la acción de la radiación solar y de descargas eléctricas. Con estas condiciones, que simulaban las que se suponía pudieron haberse dado en la Tierra primitiva, consiguieron la formación de moléculas orgánicas de aminoácidos y aldehídos. La repetición de estos experimentos logró aumentar la complejidad de las moléculas orgánicas producidas, aunque quedaba todavía un largo camino por recorrer para llegar a la vida. Estos estudios demuestran, por lo menos, la posibilidad de la formación de los estadios previos a la vida a partir de la combinación de compuestos químicos no orgánicos, bajo ciertas condiciones, que pudieron haberse dado en la Tierra primitiva. El paso definitivo de la obtención de una célula viva a partir de estos compuestos no se ha llegado a conseguir. No se ha logrado todavía producir una célula viva en laboratorio, y tenemos que admitir que su producción sigue siendo todavía un misterio.

Hace unos 3.800 millones de años, la Tierra, aún sin vida, estaba formada por continentes distribuidos de manera muy distinta de la actual, sometidos a una constante erosión, sacudidos por terremotos y afectados por erupciones volcánicas, con una abundancia de agua en los océanos y con una atmósfera, todavía sin oxígeno, compuesta de nitrógeno, dióxido y monóxido de carbono, metano, amoníaco y otros gases. Con una temperatura adecuada, quizás un poco más alta que la actual, la radiación solar, en especial ultravioleta, fue haciendo posible, en zonas propicias de mares superficiales o lagos, la síntesis de moléculas orgánicas, tales como aminoácidos aldehídos, azúcares y algunas bases orgánicas más complejas. En esta especie de sopa de sustan-

cias orgánicas se fueron formando cadenas primitivas de proteínas que, poco a poco, se concentrarían en pequeños glóbulos. A partir de este material, todavía inerte, y en virtud de un proceso que aún desconocemos y que no ha podido duplicarse en el laboratorio, se formarían las cadenas de ácidos desoxirribonucleicos (ADN) y ribonucleicos (RNA), que constituyen los bloques del material genético de los seres vivos. Los primeros seres vivos, que aparecen hace unos 3.500 millones de años, habrían sido bacterias unicelulares, llamadas «procariotas», es decir, sin un núcleo que contuviera el material genético. Este tipo de seres vivos puede subsistir en condiciones muy extremas, como las que pudieron darse en una época en la que el impacto de meteoritos sobre la Tierra era muy abundante. Entre las células procariotas, se distingue entre bacterias y arqueobacterias. Entre las primeras se encuentran las cianobacterias, como las algas azules, células capaces de realizar la importante función fotosintetizadora, que consiste en romper las moléculas de agua, utilizando la energía de la luz solar, sintetizando azúcares para su nutrición y desprendiendo oxígeno. Por esta acción fotosintetizadora, similar a la de las plantas, se fue aportando oxígeno a la atmósfera, cuyo nivel, en un largo periodo de tiempo (entre 2.000 y 1.500 millones de años), llegó a la proporción actual de un 21%. Una atmósfera con abundante oxígeno es un requisito para la evolución posterior de los seres vivos, y no deja de ser sorprendente que la presencia de este gas sea debida precisamente a la acción de seres vivos.

Modernamente, el estudio del origen de la vida ha recibido un nuevo impulso con la aportación de estudios que buscan la existencia de vida fuera de la Tierra. Estos estudios, que reciben el nombre de bioastronomía y exobiología, buscan encontrar evidencias de presencia de la vida en otros planetas dentro y fuera del sistema solar. La posible presencia de rastros de vida en un meteorito procedente de Marte causó expectación, aunque no fue confirmada. La investigación espacial de este planeta sigue buscando presencia de agua y de algún tipo de vida. El presupuesto del que parten algunos investigadores es que la aparición de la vida constituye un estadio que, dadas unas determinadas condiciones, resulta inevitable, por lo que debe de abundar la presencia de vida a lo largo y ancho del universo. Aunque no se tiene aún evidencia alguna de existencia de vida fuera de la

Tierra, su búsqueda constituye un programa activo de investigación. Dentro de él está el programa de búsqueda de vida inteligente fuera de la Tierra, que tampoco ha tenido todavía ningún resultado positivo. Siguen siendo, por tanto, cuestiones abiertas la posible existencia de vida fuera de la Tierra y si esa vida ha evolucionado para llegar a producir seres inteligentes.

9.3. Evolución de la vida

Un estadio importante en la evolución de la vida en la Tierra lo constituye la aparición, entre hace 2,000 y 1.500 millones de años, de las primeras células eucariotas, es decir, aquellas que tienen un núcleo bien formado en el que se encuentra el material genético¹. De este tipo de células es del que están formados la mayoría de los seres vivos actuales, entre ellos nosotros mismos. En comparación con la célula procariota, la eucariota supone un enorme avance en complejidad. Durante un largo periodo, entre hace 2.500 y 600 millones de años (lo que se conoce como «periodo Precámbrico»), la vida estaba reducida exclusivamente a animales unicelulares. En un momento dado, las células vivas, que han estado funcionando como entidades independientes, empiezan a agruparse para formar vida más compleja. Las células individuales pierden su identidad aislada para adquirir diversas funciones dentro de un todo único formado por muchas células, creando nuevas formas de vida. Dado este paso, hace unos 600 millones de años, en el periodo Cámbrico, comienza una rápida proliferación de animales multicelulares.

Así como la evolución de los animales unicelulares ha sido lenta a lo largo de 2.000 millones de años, una vez que aparecen los animales multicelulares, éstos se propagan en múltiples formas, hasta la aparición del hombre en sólo 600 millones de años. De forma muy breve, podemos seguir la aparición de las diversas formas de seres vivos, siguiendo los indicios que nos ha dejado el

1. Julián CHELA FLORES, «The Phenomenon of the Eukaryotic Cell», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y F.J. AYALA (eds.), *Evolutionary and Molecular Biology. Scientific Perspectives on Divine Action*, Vatican Observatory, Città del Vaticano 1998, pp. 79-98.

registro de los fósiles, como sigue: los primeros seres vivos multicelulares (animales y plantas) en aparecer son los de vida acuática, hace unos 600 millones de años. Hace 540 millones de años, se produce una verdadera explosión de animales con conchas de diversas formas y tamaños, cuyos restos se conservan ya claramente. Hace unos 490 millones de años, aparecen los primeros vertebrados de vida marina, distintos tipos de peces. Hace unos 350 millones de años, los anfibios abandonan la vida puramente acuática. Hace unos 310 millones de años, se produce una enorme proliferación de reptiles, tanto terrestres como marinos, de todo tipo y tamaño, hasta los más grandes dinosaurios, y aparecen los primeros reptiles voladores, que serán los predecesores de las aves. Hace 200 millones de años, aparecen los primeros mamíferos, que conviven todavía con los reptiles y las aves. Al desaparecer los grandes reptiles, hace unos 60 millones de años, se desarrollan y propagan los mamíferos, y entre ellos, hace 40 millones de años, aparecen los primates primitivos, de los que, hace unos 6 millones de años, se separa la rama de los homínidos de los cuales desciende el hombre. A primera vista, parece como si la evolución hubiera progresado en línea recta desde las bacterias hasta el hombre. Ésta es una apreciación falsa, y el camino seguido es el de muchas ramificaciones, algunas de las cuales han sobrevivido hasta hoy, otras han evolucionado, y otras muchas se han extinguido. La evolución de la vida se asemeja, de esta forma, a un árbol frondoso con innumerables ramas, unas todavía vivas y otras muertas.

Este breve resumen de la evolución de la vida sobre la Tierra puede hacer pensar en un camino gradual y sin sobresaltos. Pero la realidad es muy diferente, ya que a lo largo de la historia de la Tierra ha habido una serie de momentos en los que se han producido extinciones masivas de los seres vivos existentes en esa época. Las más importantes son las siguientes: hace unos 438 millones de años, en el Ordovícico tardío, un importante proceso de extinción acabó con el 50% de las especies de braquiópodos. Unos años más tarde, hace unos 350 millones de años, en el Devónico superior, tuvo lugar una extinción algo menor, que afectó a un 30% de los animales. Hace 245 millones de años, entre el final del Pérmico y el comienzo del Triásico, se produjo una extensa extinción que acabó con el 50% de todos los animales y el 90%

de las especies marinas, entre ellas los trilobites, que se habían extendido enormemente. Una extinción menor, hace 208 millones de años, en el Triásico superior, eliminó el 35% de todas las familias de animales. Finalmente, hace 65 millones de años, entre el Cretácico y el Terciario, desaparece la mitad de las formas de vida, entre ellas todos los dinosaurios, que con una enorme variedad de formas y tamaños habían poblado la Tierra. Además de estas extinciones mayores, han sucedido otras extinciones menores a lo largo de la historia de la vida sobre la Tierra. Estas extinciones se deben a fenómenos no del todo bien conocidos, tales como el impacto de enormes meteoritos o erupciones volcánicas masivas que han alterado el clima de la Tierra, produciendo épocas de temperaturas extremas, tanto altas como bajas, con cambios bruscos a los que ciertas especies no pudieron adaptarse. En concreto, la extinción de los dinosaurios se ha atribuido a la caída de un meteorito en el Golfo de Méjico. La desaparición de unas especies hace que otras proliferen, como ocurrió con la desaparición de los dinosaurios, que permitió la expansión de los mamíferos. Éstos son fenómenos que se producen aleatoriamente, afectando al proceso de la evolución de los seres vivos, por lo que depende también de factores independientes de los procesos biológicos. Cambios bruscos en el clima debidos a factores externos, como la caída de un meteorito, pueden producir la extinción de unas especies y favorecer la expansión de otras.

9.4. Los mecanismos de la evolución

Como hemos visto en el origen del universo solo existían las partículas más simples, que empezaron a unirse para formar materia cada vez más compleja. Las fuerzas que actúan para ir agrupando estos elementos simples en otros más complejos son las cuatro fuerzas de la naturaleza (ver cap. 4.4). Procesos nucleares que vencen la repulsión entre protones los agrupan en núcleos atómicos de cada vez mayor número atómico. La fuerza electromagnética atrae entre sí a partículas de distinto signo. Los núcleos formados por protones y neutrones, al atraer a los electrones libres, forman átomos neutros. Los átomos se agrupan en moléculas, siguiendo estructuras cristalinas cada vez más com-

plejas. La gravitación tiende a atraer la materia entre sí, formando agrupaciones, y de esta forma van apareciendo unidades compuestas por una multiplicidad de elementos más simples. El polvo interestelar, formado por el material expulsado en la explosión de supernovas, va agrupándose, debido a la fuerza de la gravitación, primero en pequeños asteroides atrapados en el campo de gravedad de una estrella y, finalmente, en planetas de mayor tamaño. Los planetas evolucionan en virtud de continuos impactos de meteoritos y de procesos radiactivos que acaecen en su interior y que producen volcanismo y movimientos tanto en dicho interior como en la corteza. Todos estos procesos van aumentando la complejidad de la materia a lo largo de los miles de millones de años de la edad del universo.

Una vez aparecida la vida, y en virtud de procesos que aún no comprendemos del todo, ésta evoluciona hacia formas cada vez más complejas. Un punto fundamental de la teoría de la evolución biológica es la propuesta de un mecanismo por el que unas especies más simples evolucionan en otras más complejas. Darwin propuso como mecanismo de la evolución de las especies la selección natural. Por ella entendía la organización adaptativa de los seres vivos al medio ambiente en la lucha por la supervivencia. Los individuos que hubieran sufrido algún cambio al azar que les proporcionaba alguna ventaja subsistirían, mientras que los que no se hubieran visto afectados por tan ventajoso cambio acabarían desapareciendo. En sus propias palabras, «como se producen más individuos que los que pueden subsistir, deberá existir una lucha por la existencia... ¿Podemos dudar que los individuos que tienen alguna ventaja, debido a un cambio útil, tienen más posibilidades de subsistir y reproducirse que los otros? A esta preservación de las variaciones favorables y rechazo de las negativas yo le denomino “selección natural”»². Darwin desconocía las leyes de la herencia, lo que de alguna manera debilitaba su argumento, ya que entonces se pensaba que las variaciones se distribuirían mezclándose entre los sucesores, por lo que finalmente se debilitarían. Ignorada por Darwin, la solución al problema estaba en las leyes de la herencia, que habían sido descubiertas por el agus-

2. Charles DARWIN, *El origen de las especies*, Debate, Madrid 1998, cap. 4.

tino Gregor Mendel en su convento de Brno (República Checa), en sus trabajos con cruces de plantas de guisantes. Mendel publicó sus trabajos en 1866, en una publicación científica local, pero tuvieron muy poco eco. No fue hasta 1900 cuando se re-descubrieron sus trabajos y se reconoció su importancia, entre otros, por los biólogos Hugo de Vries y Kart Correns.

Utilizando las leyes de Mendel, de Vries propuso una versión modificada de la evolución en la que los cambios son producidos por alteraciones de los genes, que producen grandes modificaciones de los organismos. Frente a esta postura se situaban quienes defendían la acumulación de pequeños cambios. Esta cuestión, debatida en la década de 1930, se resolvió con los trabajos de Theodosius Dobzhansky, que propuso el problema en términos genéticos, en lo que vino a denominarse la «teoría sintética de la evolución», que pronto fue aceptada por la mayoría. Después del descubrimiento de la estructura del ADN en 1953 por James Watson y Francis Crick, la comprensión del mecanismo de los cambios evolutivos recibió un fuerte impulso, incorporando el punto de vista de la genética molecular. En 1968, el genetista japonés Motoo Kimura propuso la que se conoce como «teoría de la neutralidad», según la cual el grado de divergencia entre especies en la secuencia nucleótida proporciona una estimación del tiempo que ha transcurrido desde su divergencia. A este efecto se le ha llamado el «reloj molecular» de la evolución. Nuevas técnicas de biología molecular proporcionan hoy medios poderosos de investigación de la evolución a nivel molecular³.

Podemos concluir, por tanto, que todos los seres vivos actuales, con su gran variedad (se calcula que hay más de dos millones de especies diferentes), son descendientes de unas mismas formas primitivas unicelulares de vida que vivieron hace 3.500 millones de años. Un mecanismo de producción de mutaciones, su transmisión a través de la herencia y su selección motivada por la mejor adaptación al medio marcan el camino seguido en la evolución. En principio, las mutaciones se producen al azar y pueden ser *puntuales*, afectando tan sólo a unos pocos nucleótidos den-

3. FRANCISCO AYALA, «The Evolution of Life: An Overview», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y F.J. AYALA (eds.), *op. cit.*, pp. 21-57.

tro de un gen, o *cromosómicas*, con cambios en el número o disposición de los genes en un cromosoma. Estas mutaciones pueden ser espontáneas o producidas por agentes externos, como radiaciones ultravioleta o cósmicas. Las mutaciones son generalmente perniciosas para los organismos que las sufren, pero algunas pueden proporcionarles una ventaja en su adaptación al medio. Estas mutaciones ventajosas aumentan las probabilidades de supervivencia y reproducción de los organismos que las han sufrido y de esa forma se mantienen. Los organismos, sin esas mutaciones o con mutaciones negativas, acaban desapareciendo con el tiempo. De esta forma, el proceso de mutación proporciona a cada generación muchas nuevas variaciones genéticas, a pesar de que la tasa de mutación sea baja. En algunos casos se da lo que se conoce como «selección direccional sostenida», cuando los cambios persisten en una misma línea y de una manera más o menos continua durante un largo periodo de tiempo. La separación de los sexos en la reproducción introduce en la evolución un nuevo factor, por el cual los elementos que favorecen la atracción entre los sexos favorecen la reproducción y se mantienen en el proceso evolutivo⁴. Otra manera de mirar la evolución es desde el punto de vista de un proceso de generación y transmisión de información, en este caso genética. Una vez que se ha generado una información nueva, que podemos llamar útil, en el sentido de dar al que la posee una cierta ventaja sobre los que no la tienen, esa información se transmite a sus descendientes, que acabarán imponiéndose a los demás. En la transmisión de información podemos considerar la eventualidad de acierto-fallo, y sólo los aciertos sobreviven y se vuelven a propagar⁵.

En conclusión, el mecanismo evolutivo se puede resumir en tres elementos: variaciones genéticas al azar, lucha por la subsistencia y selección natural. En el primero, la variabilidad genética se deriva de la mutación de los genes y la recombinación de los genes en la reproducción sexual. La lucha por la subsistencia da como resultado que los individuos cuyas mutaciones genéticas

4. *Ibid.*, pp. 38-42.

5. Charles BIRCH, «Neo-Darwinism, Self-organization and Divine Action», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y F.J. AYALA (eds.), *op. cit.*, pp. 226-248.

han redundado en alguna ventaja frente al medio sobreviven y se reproducen, mientras que los que no las poseen acaban desapareciendo. La selección natural se puede considerar, por tanto, como el resultado de las variaciones genéticas y la competición por la subsistencia. En cuanto al ritmo en que progresa la evolución, se plantean dos posibilidades: una de pequeñas variaciones de forma continua, y otra de saltos de variaciones grandes. En realidad, estas dos posibilidades no son excluyentes, y es posible que se hayan dado ambas a lo del largo proceso de la evolución biológica. Un problema que a veces se plantea es la duración relativamente corta de la evolución biológica sobre la tierra, que puede hacer pensar que es difícil explicarla sólo por fenómenos de puro azar. Mientras los primitivos seres vivos unicelulares evolucionaron durante 3.000 millones de años, la gran variedad de animales y plantas lo hicieron tan sólo en unos 600 millones de años hasta el presente.

9.5. Puntos de reflexión

Como hemos visto, todos los indicios muestran que la vida se ha desarrollado y evolucionado sobre la tierra, desde la aparición de los primeros seres vivos unicelulares hasta los animales y plantas actuales, a lo largo de una prolongada historia de unos 3.500 millones de años. El mecanismo de la selección natural, que hemos descrito brevemente, parece la explicación más plausible de lo que ha movido la evolución. Más aún, se ha de considerar que la evolución biológica es parte de la evolución cósmica, que empezó con los primeros instantes después del *big-bang*. Tanto en la evolución cósmica como en la biológica, hemos visto que la línea seguida ha sido la del incremento de la complejidad en los sistemas que se van formando a partir de elementos más simples. Podemos decir que a lo largo de toda la historia del universo y de la vida sobre la tierra, el camino seguido ha sido siempre el de un aumento de complejidad a lo largo del tiempo. Podemos preguntarnos: ¿es éste un camino necesario?; ¿podría, por ejemplo, un hipotético observador en los estadios más primitivos de la evolución de la vida en la Tierra haber predicho que al cabo de un cierto tiempo aparecería la vida inteligente? Es decir, ¿se trata de un

proceso totalmente determinista que no pudo haber seguido otro camino? Sabemos que la evolución ha seguido una trayectoria determinada, pero no hay ninguna ley física que le haya obligado a seguirla, y podría haber seguido otra distinta. De hecho, en la evolución, tanto cósmica como biológica, intervienen factores que son fruto del azar, como la caída de meteoritos sobre la Tierra o la colisión de galaxias. Esto indica que en la evolución se dan tanto los procesos que son consecuencia de las leyes de la naturaleza como la historia de procesos fortuitos. El mismo mecanismo de la evolución biológica parte de cambios genéticos al azar que la selección natural filtra, conservando los que proporcionan ventajas, tanto en la supervivencia como en la reproducción. Ambos factores –leyes e historia– son necesarios. El proceso, por tanto, no es totalmente determinista. La aparición misma de la vida depende de unas condiciones iniciales que pueden darse o no, dependiendo de muchos factores, como la distancia adecuada del planeta con respecto a su estrella, la estabilidad de su órbita, la abundancia de agua, etc. Las leyes físicas mismas, por tanto, no predicen la aparición de la vida. Y, una vez aparecida ésta, tampoco predicen el curso concreto que va a seguir.

Otra pregunta que podemos hacernos es por qué la línea seguida en la evolución es la de una mayor complejidad, lo que implica un grado mayor de orden. La segunda ley de la termodinámica indicaría más bien que los procesos naturales deben seguir la línea de un incremento de entropía, lo que implica siempre un mayor desorden. Mientras que la energía es necesaria para crear orden, los sistemas, dejados a sí mismos, acaban disipándose naturalmente en el desorden. Lo cual parecería indicar que lo natural sería un camino, no hacia una mayor complejidad, sino todo lo contrario. La Tierra recibe continuamente la energía proveniente del Sol y del interior de sí misma, producida en ambos casos por fenómenos nucleares y radiactivos. En principio, se puede pensar que esta energía se puede emplear en la evolución de sistemas cada vez más complejos, creándose nuevos niveles de orden. En ese camino hacia sistemas de una mayor complejidad aparecen, en un momento dado, los primeros seres vivos. La aparición de la vida plantea muchas preguntas: ¿fue éste un proceso continuo de la materia inerte a la vida o supone una discontinuidad?; ¿por qué se dio en un momento concreto de la historia de la Tierra

y no se ha vuelto a producir?; ¿por qué, una vez cruzado el umbral, la vida se ha desarrollado del modo en que lo ha hecho?

Dado que el camino seguido por la evolución cósmica y biológica, en lo que conocemos de la evolución de la vida sobre la Tierra, ha sido, de hecho, un camino de una mayor complejidad a lo largo del tiempo, se podría preguntar si esto constituye una dirección en el proceso. La pregunta que podemos hacernos es si existe una «direccionalidad» intrínseca en el proceso de la evolución. Por «direccionalidad» no entendemos «finalidad», sino, simplemente, si es posible detectar una dirección que, de hecho, haya seguido la evolución. Como la evolución depende en parte de fenómenos fortuitos, éstos, en un momento dado, inclinan el camino en una dirección determinada. Por ejemplo, la extinción de los dinosaurios, probablemente debida al impacto de un meteorito hace unos 60 millones de años, favoreció el desarrollo de los pequeños mamíferos que ya habían aparecido. Éstos constituyeron la línea de desarrollo en los siglos siguientes, quedando los reptiles, que habían sobrevivido, estancados. En la evolución de los mamíferos, la dirección seguida es la de especies con un desarrollo cerebral cada vez mayor, desembocando en los primates y, finalmente, en el hombre. *A posteriori*, vemos que el desarrollo del cerebro permitió a los animales una mejor adaptación al medio, pero no está nada claro que este proceso fuera inevitable. Aunque la ciencia, al estudiar la evolución, se atiene a presentar lo que sucedió y a proponer posibles mecanismos del modo en que sucedió, no puede hablar de una dirección ni, mucho menos, de una finalidad en el proceso. Sin embargo, una reflexión posterior sobre los datos aportados por ella sí puede plantear la existencia al menos de una direccionalidad en la línea de la complejidad, e incluso una verdadera finalidad en todo el proceso⁶. Esta direccionalidad se puede observar en los procesos cosmológicos, químicos y biológicos que conducen finalmente a la aparición de la vida inteligente con el hombre. Más aún, ya hemos visto (cap. 7.5) cómo el principio antrópico implica que el hecho de que la

6. William STOEGER, «The Immanent Directionality of the Evolutionary Process, and Its Relationship to Theology», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y F.J. AYALA (eds.), *op. cit.*, pp. 163-190.

evolución haya desembocado en la existencia de vida inteligente en la Tierra supone que la edad, la expansión del universo y el valor de muchas constantes físicas tengan que ser las que son. Como ya se vio, pequeños cambios en estos valores habrían imposibilitado la existencia presente del hombre.

Ya vimos cómo Darwin nunca consideró que el proceso evolutivo implicara un movimiento de progreso, cosa que sí hicieron muchos de sus inmediatos seguidores. La idea del progreso es algo que está profundamente inscrito en muchos puntos de vista evolutivos. El progreso supone asignar un cierto valor a la direccionalidad de que hemos hablado antes. Sin embargo, desde el punto de vista puramente de la ciencia, el valor no es algo que entre en su consideración. No podemos decir que un ser vivo más complejo sea de alguna manera «mejor» que otro más simple. Teniendo en cuenta que muchos seres vivos han quedado estancados a niveles más primitivos de organización, no se puede pensar en una línea de cada vez mayor progreso en el simple mecanismo de supervivencia. Es probable que los insectos estén mejor preparados para sobrevivir en un futuro que otros animales más complejos. Desde el punto de vista de la ciencia, la complejidad no es en sí misma un valor, y la evolución en esa línea no se puede considerar siempre un progreso. La idea del progreso adquiere una gran importancia en el darwinismo social, y es desde él desde donde se ha extendido a otros aspectos de la evolución. Se considera que, movido únicamente por el proceso evolutivo biológico, el hombre ha ido avanzando y progresando, dando siempre a los estadios más modernos un valor mayor que el de los estadios anteriores, pero esto no se puede aplicar a la pura evolución biológica. La idea de progreso supone siempre la existencia de un fin o meta hacia la que se tiende, de forma que el avance en esa dirección se considere siempre positivo, lo cual queda fuera de la consideración puramente científica.

9.6. Evolucionismo y religión

Al considerar la relación entre evolucionismo y religión, nos vamos a centrar en la tradición religiosa que propone la concepción de un Dios creador, es decir, la tradición judeo-cristiana, de la

que participa también el islam. Más concretamente, trataremos el caso del cristianismo. De esta forma, la primera pregunta que nos podemos plantear es la siguiente: ¿es la fe cristiana en la creación compatible con el evolucionismo? Ya vimos en el capítulo anterior las diversas reacciones suscitadas en ambientes cristianos después de la publicación de la obra de Darwin y su desarrollo posterior. De acuerdo con lo visto, podemos empezar contestando a la pregunta en un sentido positivo⁷. De una forma muy breve, podemos decir que la evolución, como teoría científica, describe cómo se han formado el universo y los seres vivos, mientras que la fe en la creación afirma su relación con Dios. Ambas cosas no tienen por qué oponerse o estar en contradicción. Tradicionalmente, en una concepción estática del universo, la creación se concebía como una creación en un momento dado o distribuida a lo largo del tiempo, con actos discontinuos de Dios, que va creando las distintas criaturas, por ejemplo, en la forma en que nos lo describe el texto del Génesis. Con respecto al sentido de dicho texto, nos planteamos aquí de nuevo el problema de su interpretación literal. Como ya vimos en los dos capítulos anteriores (caps 7.7 y 8.6), los textos de la Biblia tienen que interpretarse teniendo en cuenta el contexto histórico y cultural de la época en la que se compuso cada uno de ellos (lo que se conoce como los «géneros literarios» presentes en sus libros). En dichos textos, la creación se expresa en términos de las cosmovisiones disponibles para cada autor, es decir, la mesopotámica primero, y la griega después. Detrás de estos relatos está el mensaje religioso que su autor quiere transmitir y que, en este caso, es que todo lo ha creado Dios, todo depende de él y todo es bueno.

El magisterio de la Iglesia Católica, como ya vimos, aceptó que la finalidad de estos textos del Génesis no era exponer una explicación científica acerca de cómo aparecieron los seres vivos, sino transmitir un mensaje religioso sobre la creación y expresar su dependencia del Creador. El modo en que se ha realizado la obra de la creación lo ha ido descubriendo el hombre, poco a poco, a través de la ciencia, y ésta indica hoy que ha sido por el ca-

7. Stefan NIKLAUS BOSSHARD, «Evolución y creación», en *Fe cristiana y sociedad moderna*, 3, Ediciones SM, Madrid 1984, pp. 103-150.

mino de una evolución cósmica y biológica. Evolución y creación pertenecen en realidad a dos visiones o lenguajes diferentes sobre una misma realidad. La evolución, que nos es conocida a partir de la reflexión científica sobre los datos de la observación y la experiencia, indica la forma en que se ha realizado la creación en el tiempo. Corresponde al «cómo» de la creación, sobre el que no tenemos un conocimiento *a priori* ni revelado. La revelación sólo nos indica el hecho mismo de la creación, es decir, que todo ha sido creado por Dios.

Sin embargo, si aceptamos la imagen de la evolución del universo tal como nos la presenta hoy la ciencia, tenemos que modificar ciertos aspectos de nuestra concepción de la creación. En primer lugar, como ya vimos en el capítulo 5, tenemos que partir de que la causalidad de Dios no tiene lugar en el nivel de las causas físicas, sino que es una causalidad trascendente, es decir, tiene lugar en el nivel mismo del existir, de forma que el existir de la criatura depende siempre fundamentalmente de Dios. Dios es la causa última del ser de las criaturas, de su conservación en la existencia y de su evolución. No hace falta pensar en nuevas intervenciones de Dios a lo largo del proceso evolutivo, ya que Dios está siempre actuando y haciendo que unos seres surjan de otros. Como dice Piet Schoonenberg, la cosmovisión evolutiva nos descubre en realidad la forma de actuar de Dios en la creación⁸. Hemos de considerar también que el acto creador de Dios está fuera del tiempo e incluye toda la evolución que sí tiene lugar en el tiempo. Esta manera de ver la creación recibe a veces el nombre de *creatio continua* (creación continua), según la cual el acto creador no se limita al primer instante, dejando luego al universo libre para evolucionar por sí solo, como lo considera el pensamiento deísta, sino que es continuo y simultáneo con cada uno de los instantes de la evolución. Karl Schmitz-Moorman, en su reflexión sobre la creación de un mundo en evolución, utiliza además el concepto de *creatio appellata* (creación llamada), cuya idea básica es que la creación del universo consiste en que es llamado por Dios a salir de la nada hacia Él. Según dicho autor, la

8. Piet SCHOONENBERG, *El mundo de Dios en evolución*, Carlos Lohlé, Buenos Aires 1966, pp. 11-35.

llamada que Dios hace al universo a salir de la nada no produce criaturas ya totalmente desarrolladas, sino que produce las estructuras y los elementos más simples con los que se inicia el proceso de la evolución cósmica y sus diversos estadios⁹. Desde el punto de vista de la ciencia, el universo evoluciona; y desde el punto de vista de la fe, es obra de Dios en cada momento. Dos puntos de vista distintos, pero compatibles y en posible diálogo.

En este diálogo surge la pregunta: ¿existe un diseño o finalidad en la evolución o existe tan sólo el puro azar? Ya hemos visto cómo el mecanismo propuesto para la evolución biológica supone que se producen cambios al azar que se perpetúan o desaparecen por causa de la selección natural. Lo cual no implica necesariamente que todo el proceso, tal como se ha producido, sea exclusivamente fruto del azar. Como reflexiona Peacocke, no hay razón para pensar que el azar, presente a nivel molecular en relación con las consecuencias biológicas, se convierta, como quiere Jacques Monod, en un principio metafísico para interpretar el universo¹⁰. Peacocke utiliza la imagen de la danza para expresar la libertad y espontaneidad presentes en el incesante acto de la creación evolutiva. Para él, el mundo creado se presenta como una expresión de la desbordante generosidad divina. La ciencia, en efecto, no puede hablar de diseño o finalidad. Esta perspectiva no entra en su metodología, que se limita a describir los procesos que encuentra en la naturaleza y proponer los mecanismos que han actuado en ellos. Ello no significa negar que existan otros niveles de reflexión, como la filosofía y la teología, que sí pueden plantearse la cuestión de si en el conjunto de toda la evolución del universo existe una finalidad. No se trata, por tanto, de proponer el diseño a partir de ciertas lagunas en la explicación científica y a su mismo nivel, como intentan los defensores del diseño inteligente, sino de considerar todo el proceso evolutivo desde otra perspectiva, y descubrir en él una finalidad que le da sentido. Para la teología, esa finalidad vendría dada por el plan global de Dios en la creación, que incluiría la aparición, al final de la

9. Karl SCHMITZ-MORMANN, *Teología de la creación de un mundo en evolución*, Verbo Divino, Estella 2005, pp. 213-219.

10. Arthur PEACOCKE, *Creation and the World of Science*, Oxford University Press, 2004, pp. 86-111.

evolución, de criaturas capaces de relacionarse con él, como veremos más adelante. De todas formas, conviene recordar que la frontera entre ciencia y filosofía es a veces confusa, y ha de intentarse definirla con la mayor claridad posible. El problema con la evolución es que muchas veces se presenta ligada a una ideología materialista y atea, lo que puede llevar a identificar la teoría científica con su interpretación ideológica. La ciencia en sí misma no entra en planteamientos que pertenecen a la reflexión filosófica. Cuando alguien propone que la racionalidad científica es la única que explica toda la realidad, está moviéndose en el campo de las ideologías, no de la ciencia. Desde este punto de vista, los mecanismos de la evolución se convierten en la explicación última de todo, dando así origen a un darwinismo que es una ideología global y no una teoría científica. Este tipo de ideología, que a veces se encuentra mezclada con la explicación científica, no se sigue de la ciencia misma y es realmente una filosofía materialista. Y lo que hace es crear un conflicto con el pensamiento religioso, al negar la realidad de Dios y su acción creadora.

Más aún, podemos plantearnos si la visión evolutiva del mundo creado ofrece posibles accesos a nuestra propia concepción de Dios. Denis Edwards, por ejemplo, entre otros teólogos, nos ofrece algunas perspectivas de una teología dispuesta a tomarse en serio la evolución¹¹. Propone Edwards que la visión trinitaria de Dios, concebido como un Dios de relaciones mutuas que es comunión en el amor y la amistad más allá de lo comprensible, sería a la vez fiel a la fe cristiana y a las perspectivas contemporáneas de un mundo en evolución. Plantea que la idea de que Dios es una trinidad de personas en relación mutua es congruente con un mundo en el que las relaciones son fundamentales, como implica un mundo en evolución. Concibe también la creación como un acto de auto-limitación divina, es decir, obra de un Dios que acepta libremente las limitaciones que conlleva el amor. Esta idea está desarrollada en las teologías que hablan de la *kénosis* (vaciamiento) o auto-repliegue amoroso del Creador en favor de las criaturas, aportando una nueva imagen de Dios y de su rela-

11. Denis EDWARDS, *El Dios de la evolución. Una teología trinitaria*, Sal Terrae, Santander 2006.

ción con la creación¹². No podemos entrar en el desarrollo de estas ideas, que presentamos sólo como un ejemplo de cómo el diálogo con la visión científica de un mundo en evolución puede iluminar la visión teológica de la relación de Dios con el mundo.

9.7. Origen y evolución del hombre

Un momento especial en el proceso de la evolución es la aparición del hombre. Desde el punto de vista de la biología, el hombre es una especie más dentro de la clase de los mamíferos y perteneciente a la rama de los primates. Lo que conocemos hoy de la evolución del hombre nos muestra cómo, hace unos seis millones de años, se produce la separación de la rama que va a dar origen a los homínidos y, finalmente, al hombre actual, de la que descienden también los simios actuales. Hace unos cuatro millones y medio de años, aparecen en la sabana africana unos seres con características todavía cercanas a las de los primates, pero que apuntan ya a las de los humanos, a quienes se ha agrupado en el género de los australopitecos, del que existen varias especies; estos seres caminaban de forma más o menos bípeda y tenían una capacidad craneal de entre 330 y 600 centímetros cúbicos. Hace unos dos millones y medio de años, aparecen los primeros individuos con mayor capacidad craneal en los que descubrimos ya las características humanas y que pertenecen al género *homo*. Estos seres son conocidos como homínidos u hombres primitivos, de los que se conocen varias especies, como el *Homo habilis* (800 cm³) y el *Homo erectus* (1.000 cm³). También de origen africano, estos hombres primitivos, de pequeña estatura y morfología bastante distinta de la nuestra, pero que ya caminaban completamente erguidos, eran capaces, aunque de forma rudimentaria, de tallar la piedra para hacer utensilios y de usar el fuego. Desde su África original, el *Homo erectus* se extendió lentamente por Europa y Asia, a una velocidad aproximada de un kilómetro por siglo.

12. John POLKINGHORNE, *La obra del amor. La creación como kénosis*, Verbo Divino, Estella 2008; Manuel GARCÍA DONCEL, *El diálogo teología-ciencias hoy. II: Perspectivas científica y teológica*, Institut de Teologia Fonamental, Sant Cugat del Vallés 2003, cap. 8: «La kénosis del Creador».

El que suele denominarse como el «hombre moderno», al que nosotros pertenecemos, y cuyo nombre científico es *Homo sapiens*, es decir, el hombre que conoce, tuvo también un origen africano hace entre 150.000 y 200.000 años. Los restos más antiguos que se han descubierto son, sin embargo, de hace unos 40.000 años y se conocen con el nombre de «hombre de Cro-Magnon», por la localidad francesa en la que se encontraron por primera vez. Este antepasado nuestro, en todo morfológicamente igual a nosotros, poseía ya una cierta cultura, tallaba la piedra, enterraba a sus muertos y era capaz de expresiones artísticas y religiosas que aún hoy nos admiran, como las pinturas rupestres de Altamira. A Europa y Asia llegó el hombre moderno hace unos 35.000 años y se extendió por todo el territorio a una velocidad aproximada de un kilómetro por año. No sabemos cómo el hombre moderno substituyó, en su extensión por África, Europa y Asia, al hombre primitivo, que podía haber ya desaparecido, pues no se han descubierto restos suyos posteriores a 300.000 años. Desde Asia, el hombre pasó a las islas del Pacífico y Australia hace 40.000 años y, finalmente, a América, a través del estrecho helado de Bering, hace unos 15.000 años. En su expansión, el hombre moderno encontró a un hombre anterior que había ocupado zonas de Europa y de Asia, el hombre de Neanderthal, al que se ha dado este nombre por el valle de Alemania donde se encontraron sus primeros fósiles. Su nombre científico es *Homo neardenthalensis* u *Homo sapiens neardenthalensis*, según se le considere una especie distinta o una subespecie del *Homo sapiens*. El hombre de Neanderthal aparece hace unos 300.000 años y, después de convivir durante un tiempo con el Cro-Magnon, desaparece, sin saberse bien por qué, hace unos 35.000 años. Algunos de los últimos neanderthales vivieron en la península Ibérica. Con un aspecto algo distinto del nuestro, de baja estatura y gran corpulencia, los neanderthales poseían también una cultura, aunque más primitiva que la de sus contemporáneos cro-magnones. Entre ellos parece ser que hubo contactos culturales, y es posible también que se mezclaran, aunque esto último no ha sido aún demostrado. Su situación en la evolución del hombre no está del todo bien definida, y no se le considera un antepasado del hombre moderno. La evolución cultural del hombre moderno nos es más conocida. Nómada, cazador y recolector en un principio, el hombre se hace sedentario y

domestica plantas y animales, convirtiéndose en agricultor y ganadero, hace aproximadamente unos 12.000 años, después de la última glaciación. A partir de este tiempo se empiezan a formar los primeros grupos urbanos y tenemos los primeros vestigios directos de las culturas más primitivas. La elaboración de la escritura, que nos permite tener acceso directo a estas primeras culturas, se desarrolla hace unos 6.000 años. Desde esas fechas nos son conocidas ya las antiguas civilizaciones de Egipto, Mesopotamia, India y China. De sus documentos escritos conocemos cómo empezaron a desarrollarse en ellas la religión, el arte, la ciencia y la técnica.

9.8. El hombre, fruto de la evolución e imagen de Dios

Ante la información que hemos resumido de la evolución del hombre entroncado con la rama de los primates, ¿cómo interpretar lo que la fe cristiana nos dice de la creación del hombre «a imagen de Dios»? El hecho de que el hombre haya sido resultado de la evolución biológica ¿niega el que sea también creado por Dios a su imagen? ¿Se reduce la naturaleza del hombre a lo puramente biológico? Empecemos por lo que el Génesis nos dice de la creación del hombre, que encontramos en dos textos. El primero aparece en el relato de la creación del sexto día. Después de crear los animales, dice Dios: «Hagamos al hombre a nuestra imagen y semejanza... Y creó Dios al hombre a su imagen; a imagen de Dios los creó; varón y hembra los creó» (Gn 1,26-27). En el segundo relato se dice: «El Señor Dios modeló al hombre de la arcilla del suelo, sopló en su nariz aliento de vida, y el hombre se convirtió en ser vivo» (Gn 2,7). En el primer relato se insiste en la especial dignidad del hombre, hecho a imagen de Dios, y su posición de dominio sobre los animales: «...llenad la tierra y sometedla, dominad los peces del mar, las aves del cielo y todos los animales que se mueven sobre la tierra» (Gn 1,28). En el segundo, más gráfico, los animales son creados después del hombre, también de la arcilla, y es el hombre el que les da nombre, lo que indica su preeminencia (Gn 2,19-20). Ambos textos muestran una discontinuidad entre la creación de los animales y la del hombre. El hombre es creado a imagen de Dios, y por eso recibe el encargo de dominar sobre el resto de la creación. La misma

idea está presente en el Salmo 8, que, hablando del hombre, dice: «Lo has hecho poco menor que un dios, de gloria y honor lo has coronado, le has dado el mando sobre las obras de tus manos; todo lo has sometido bajo sus pies». La idea del hombre como imagen de Dios se puede interpretar como que el hombre ha sido llamado a existir en comunión con Dios, de lo que se sigue su posición preeminente frente al resto de la creación, ante la cual realiza la función de ser representante de Dios. Para Karl Rahner, en el hombre se da una trascendencia en principio ilimitada, así como una ilimitada apertura al ser en cuanto tal, a través del conocimiento y la libertad. Esta apertura al ser en cuanto tal implica su apertura a Dios. Así, en el hombre el mundo vuelve sobre sí mismo y llega a poseer interioridad, libertad, historia y una última perfección personal. Según Rahner, la hominización designa, por tanto, el proceso por el que el mundo se encuentra a sí mismo en el hombre y es confrontado espiritualmente con su origen y su fin, que es Dios¹³. Según Ladaria, la novedad radical del hombre consiste precisamente en esto: en la aparición de un ser llamado a la comunión con Dios, lo cual le sitúa por encima de cualquier criatura que no esté constituida por esta relación a lo divino. De esta manera, el hombre procede, por una parte, del barro de la tierra, es decir, es fruto de la evolución; pero tiene también, por otra parte, una vida que procede de Dios¹⁴. La idea del hombre como «imagen de Dios» será elaborada por la tradición cristiana, sobre todo en San Pablo y en los Santos Padres, como en relación con la verdadera imagen de Dios que es Cristo. El misterio de la Encarnación viene a realizar plenamente la comunión del hombre con Dios en la persona de Jesucristo. De esta forma, el hombre es en realidad imagen de la verdadera imagen de Dios que es Cristo. El hombre está llamado desde su creación a la comunión con Dios, una vez que haya sido revestido de la imagen de Cristo resucitado.

13. Karl RAHNER, «El problema del hombre en el marco de una teoría de la evolución general», en *Fe cristiana y sociedad moderna*, 3, Ediciones SM, Madrid 1984, pp. 78-83. «Hominización», en *Sacramentum Mundi. Enciclopedia Teológica*, tomo 3, Herder, Barcelona 1973, pp. 543-545.

14. Luis F. LADARIA, *Antropología teológica*, Universidad Pontificia Comillas, Madrid 1983, pp. 118-126.

Frente a esta visión religiosa y cristiana del hombre, tenemos la descripción estrictamente científica de la evolución, que nos muestra su aparición a partir de la evolución de una primitiva rama de primates. En primer lugar, tenemos que aceptar que el hombre nace de la vida animal y está en continuidad con ella, pero se le han añadido nuevas posibilidades, como la autoconciencia, la libertad, el lenguaje simbólico, el sentido moral y la cultura, que no se dan, al menos en el mismo grado, entre las especies animales, lo cual apunta también a una discontinuidad. En los animales superiores, como algunos simios, encontramos algunos de estos elementos, pero no en la forma en la que se encuentran en el hombre. El mismo Darwin vio en el sentido moral la característica que diferenciaba al hombre. Esto indica que el hombre inicia un camino distinto, no reducible al de los animales.

Este cambio se ha dado de forma gradual en los hombres primitivos y no es detectable en sí, sino sólo por sus consecuencias. Con los pocos datos de que se dispone, se discute, por ejemplo, si ya entre los homínidos, como el *Homo erectus*, había algún tipo de lenguaje. Dado el tipo de desarrollo cultural que nos ha llegado, es muy probable que el neanderthal poseyera ya un cierto lenguaje simbólico¹⁵. Lo mismo podríamos decir de la autoconciencia, del sentido moral (la apreciación del bien y del mal en sus comportamientos) y de la libertad. Aunque podemos encontrar indicios de algunos de estos elementos entre los animales superiores, cuyo comportamiento está menos rígidamente establecido, sólo en el hombre se dan en plenitud. Esto indica que la transición del animal al hombre se da con una cierta continuidad, pero también en discontinuidad. Habría que aceptar, además, la existencia de una cierta «infancia» del hombre, en la que las características humanas, aunque ya presentes, no están aún del todo desarrolladas. Estas características propiamente humanas, como ya vimos en el capítulo cuarto (§ 4.5) nacieron de la existencia en el hombre de una dimensión espiritual no reducible a la mera materia. La presencia de esta dimensión marcaría el ini-

15. Camilo J. CELA CONDE y Gisele MARTY, «Beyond Biological Evolution: Mind, Morals and Culture», en R.J. RUSSELL, W.R. STOEGER y F.J. AYALA (eds.), *op.cit.*, pp. 445-462.

cio de la existencia del hombre, que se produce en un momento que no podemos fijar con exactitud en el proceso evolutivo. Sólo a partir de las consecuencias que tiene en sus comportamientos, podemos saber cuándo esta dimensión ya estaba presente y cuándo, por consiguiente, la criatura era ya un hombre. A la ciencia, que sólo examina lo observable y de algún modo cuantificable, se le escapa en sí misma esta dimensión. Naturalmente, si reducimos al hombre a lo puramente biológico, muchos de estos comportamientos son difíciles de explicar, como la autoconciencia y el sentido moral; y de otros hay que negar que existan, como es el caso de la libertad. A lo sumo, los comportamientos humanos serían indeterminados o imprevisibles, pero no libres (sobre este tema trataremos en el capítulo 11). Como lo expone Juan Pablo II en el documento ya citado: «El momento del paso a lo espiritual no es objeto de una observación de este tipo, que puede, sin embargo, descubrir, en el nivel experimental, una serie de signos muy preciosos de la especificidad del ser humano. Pero la experiencia del saber metafísico, de la conciencia de sí y de su carácter reflexivo, la de la conciencia moral, la de la libertad, o incluso la experiencia estética y religiosa, están en el ámbito del análisis y de la reflexión filosófica, mientras que la teología le extrae el sentido último según los designios del Creador»¹⁶. Considerando la creación continua, en la que Dios actúa en cada momento, no hace falta pensar en una intervención especial con respecto a la aparición del hombre, a cuya creación se dirige toda la evolución, ya que todo el proceso evolutivo está en función de él, que es la criatura que puede relacionarse con Dios en libertad. Toda la evolución es, así, una preparación para la creación del hombre, llamado a unirse con Dios y, a través de Él, a unir toda la creación. La visión cristiana va aún más allá, pues en Jesucristo Dios se ha unido realmente al hombre y se ha hecho presente en la humanidad. Es a través de él como el hombre puede unirse con Dios. En Jesucristo podemos decir que se completa y alcanza su culmen el proceso entero de la evolución.

16. JUAN PABLO II, «Discurso a la Academia Pontificia de las Ciencias» (24 de octubre de 1996): *Acta Apostolicae Sedis* 89 (1997) 186-190.

9.9. Una visión cristiana de la evolución: Pierre Teilhard de Chardin

Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955), sacerdote jesuita, geólogo y paleontólogo, desarrolló, en paralelo con su carrera científica, un sistema de pensamiento original que puede situarse entre las fronteras de la ciencia, la filosofía, la teología y la mística y en el que ofrece una visión cristiana de la evolución. Durante su vida, las autoridades eclesiásticas prohibieron la publicación de la mayoría de sus escritos no científicos, aunque algunos ensayos fueron publicados en revistas, y otros circularon entre sus amigos y admiradores en copias privadas. Las dos obras extensas, *El fenómeno humano* y *El medio divino*, a pesar de todos los esfuerzos de su autor por lograr la autorización para su publicación, no llegaron a ser publicadas durante su vida. Cuando, después de su muerte en 1955, los escritos de Teilhard empezaron a ser publicados, causaron inmediatamente un enorme impacto y fueron traducidos a muchos idiomas¹⁷. La publicación de todos sus escritos ha sido un proceso lento. En su versión original francesa, el primer tomo de las obras de Teilhard se publicó en 1955, y el último en 1976. Otros escritos, cartas y apuntes personales han ido publicándose también desde entonces.

El profundo interés que despertaron en todas partes las ideas de Teilhard se puede medir por el número de publicaciones sobre ellas, que entre 1956 y 1980 ascendía a más de 3.000, entre libros y artículos publicados en diversos países. El pensamiento de Teilhard ha sido y sigue siendo todavía hoy objeto de numerosos estudios que lo analizan en sus aspectos científicos, filosóficos y teológicos. Más recientemente, se ha despertado un creciente interés por los aspectos místicos de su obra, de forma que se le empieza a considerar como uno de los místicos más importantes del siglo XX. En los años de su composición, entre 1916 y 1955, los escritos de Teilhard fueron vistos con sospecha en ambientes eclesiásticos, sobre todo por su incorporación de la evolución al

17. Pierre TEILHARD DE CHARDIN, *El fenómeno humano*, Taurus, Madrid 1965; Pierre TEILHARD DE CHARDIN, *El medio divino*, Taurus, Madrid 1965.

pensamiento cristiano y sus ideas sobre el origen del hombre, el pecado original y el papel de Cristo en un universo evolutivo, llegando, después de su publicación, a prohibir su lectura en los seminarios. El mismo Teilhard era consciente de la novedad de su pensamiento, con el que trataba de dar una visión cristiana de la evolución, y no le extrañaba la resistencia que encontraba en algunos ambientes eclesiales.

El pensamiento de Teilhard de Chardin parte de la aceptación de una visión global del universo en evolución. Su trabajo científico como geólogo y paleontólogo, en el que estuvo activo durante toda su vida, le puso en contacto con el registro fósil de la evolución biológica y, más en concreto, con el de la evolución del hombre. Hay que recordar que Teilhard estuvo vinculado al descubrimiento de fósiles humanos primitivos en China. La evolución, con la que entró en contacto desde sus primeros años de estudios de geología, no era para él una mera hipótesis científica, sino la revelación de la más profunda esencia del universo, la regla universal que sigue toda realidad.

Cuando escribía Teilhard, la evolución geológica de la Tierra y la evolución biológica de los seres vivos sobre ella, propuestas ya por Charles Lyell y Charles Darwin a mediados del siglo XIX, eran ya suficientemente conocidas, desarrolladas posteriormente y aceptadas en los ambientes científicos. La evolución y expansión del universo, tal como la conocemos hoy a partir del modelo del *big-bang*, cuya confirmación experimental no llegó hasta 1964 con la observación de la radiación cósmica de fondo, no había sido aún establecida. Teilhard conocía, sin duda, los modelos de universos en expansión, resultado de la aplicación de la teoría general de la relatividad, propuestos por Einstein, Friedman, De Sitter y Edington entre 1919 y 1935, así como la propuesta de George Lemaître, en 1931, del origen del universo a partir de la explosión del átomo primigenio, aunque no los cita. Para Teilhard, la evolución, vista globalmente, tiene una dinámica muy clara, que va de lo más simple a lo más complejo. Le basta, por tanto, suponer que al principio sólo existían las partículas más elementales, cuya combinación daría origen primero a átomos, y luego a moléculas cada vez más complejas. La complejidad, no el tamaño o el número, constituye para él el único verdadero eje de la evolución. Al infinito de lo pequeño (lo subatómico) y de lo grande (el espacio

intergaláctico) hay que añadir, según él, un tercer infinito: el de lo complejo. Teilhard ve la evolución siguiendo esta dirección de lo más simple a lo más complejo, de las partículas más elementales a los átomos, de éstos a las moléculas, y de la formación de moléculas cada vez más complejas a los seres vivos. Una vez que surge la vida sobre la Tierra, aparece un nuevo nivel, que él denomina la «biosfera». La evolución continúa ahora a lo largo de los seres vivos, de los animales unicelulares más primitivos hasta los mamíferos, y dentro de ellos, siguiendo la línea de una mayor complejidad del cerebro, hasta la aparición del hombre. Con el hombre aparece la conciencia, que forma un nuevo nivel que él llama la «noosfera». En su terminología, el universo ha progresado, a través de la cosmogénesis, a la biogénesis, y de ahí a la antropogénesis, siguiendo siempre la línea de una creciente complejidad. Esta complejidad no puede explicarse por una mera suma de elementos simples, sino que es el resultado de un proceso en el que entidades con nuevas cualidades van emergiendo a medida que la materia se hace más compleja.

Para explicar este proceso Teilhard propone la presencia de un «interior» en las cosas, además de su «exterior», cuya naturaleza y funcionamiento es el objeto de las ciencias naturales. Este interior de las cosas está ligado a su complejidad y crece con ella. Más aún, el interior se revela finalmente en el hombre como su conciencia, su capacidad de reflexión sobre su mismo pensamiento. El nivel de complejidad es, por tanto, también el nivel de conciencia, que hay que reconocer que está presente ya, de una manera incipiente, en la materia inerte, y que va ir desarrollándose hasta alcanzar su plenitud en el hombre. La interioridad y la conciencia, a su vez, están relacionadas con lo que él llama la «dimensión espiritual», que también se reconoce claramente en el hombre, pero que debe extenderse, en niveles primitivos, a toda la materia. En su pensamiento, materia y espíritu son dos dimensiones de una misma realidad, y la evolución, siguiendo la línea de una mayor complejidad, avanza también siempre en dirección hacia una mayor espiritualización o potenciación de la dimensión espiritual. Paralelamente al exterior e interior de las cosas, propone Teilhard una doble energía: la energía física, que él llama «energía tangencial», asociada al exterior de las cosas, y la energía asociada con el interior de las cosas y que él denomina

«energía radial». La energía tangencial está relacionada con la interacción de los elementos en un mismo nivel y es la que estudia la física, mientras que la energía radial impulsa los elementos hacia niveles superiores y es la responsable del movimiento evolutivo hacia una mayor complejidad y, en consecuencia, hacia la vida, conciencia y espíritu. La presencia de este movimiento universal hacia uniones cada vez más complejas conduce a Teilhard a proponer que la metafísica del ser debe ser sustituida por una metafísica de la unión. En esta nueva metafísica, «ser» es equivalente a «unir y ser unido». Por lo tanto, la energía radial que impulsa hacia la unión es consecuencia de la realidad misma de las cosas. Aunque a lo largo de la evolución, a medida que aumenta la complejidad siguiendo el imperativo de la unión, van apareciendo en ciertas etapas nuevas propiedades, como la vida y la conciencia, lo cual indica la presencia de ciertas discontinuidades, Teilhard insiste en que hay que reconocer también una continuidad en todo el proceso evolutivo. En su pensamiento, Teilhard ha seguido el camino inverso al generalmente seguido en las ciencias experimentales, que, comenzando por las partículas elementales y sus interacciones físicas y siguiendo por la química y la biología, busca también poder explicar la presencia de la conciencia en el hombre. Este camino, siguiendo el método analítico, es fundamentalmente reduccionista y trata de explicar la naturaleza de lo más complejo a partir de sus elementos más simples. Teilhard, al contrario, comienza con la naturaleza de lo más complejo, el hombre o, como él prefiere llamarlo, «el fenómeno humano». En él encuentra la presencia de la conciencia y el espíritu como un dato fundamental que, al ser el resultado de la evolución, le lleva a considerar que estas características deben encontrarse ya de alguna manera, aunque a niveles ínfimos, en todos los estadios de la materia. Esto es lo que él llama el interior de las cosas.

Teilhard no concluye su análisis de la evolución con la aparición del hombre, sino que lo proyecta hacia el futuro, ya que la evolución sólo puede seguir progresando ahora a nivel humano. Para él la humanidad (noosfera), después de cubrir la Tierra como una membrana pensante y personalizada, se va socializando cada vez más y replegándose sobre sí misma con una rapidez y presión constantemente aceleradas, hasta converger en un estado

que él llama de «superconciencia». Este proceso se realiza por la colaboración libre de los hombres que van buscando una mayor unidad (cultural, económica, política, religiosa...). En los fenómenos actuales de la globalización y el fortalecimiento de las instituciones internacionales se pueden ver ya indicios, todavía muy incipientes, de este proceso. Teilhard invoca aquí el principio de que, para que tenga sentido, la evolución tiene que ser convergente. Es ésta una idea central en su pensamiento. Para él, una evolución divergente quitaría todo sentido al proceso, cuyas etapas marcan claramente una dirección que va de la materia inerte a la conciencia humana. La inevitable convergencia del Universo está pidiendo un punto en el que converja, para evitar caer en el sinsentido. En este último estadio, por tanto, la evolución debe tender hacia un punto final de convergencia que, al darse en el nivel de la conciencia y la persona, debe ser a la vez «superconsciente» y «superpersonal».

En ese punto final de convergencia de todo el proceso evolutivo, que Teilhard denomina el «Punto Omega», se dará la unión, en la que todas las conciencias, y con ellas todo el universo, encontrarán su consumación. La fuerza que lleva hacia esa convergencia es la energía que está asociada al interior de las cosas y que impulsa los elementos hacia niveles superiores, es decir, la energía radial. Puede chocarnos la propuesta de Teilhard de que en el nivel humano esta energía adopta la forma del «amor». En efecto, las conciencias (los hombres) sólo pueden converger en el Punto Omega por un proceso que sea a la vez comunicante y diferenciante, para unirse sin perder su individualización, lo cual sólo puede realizarse, en el nivel humano, por el amor. Teilhard da al término «amor» un sentido muy general, lo define como una «afinidad interna mutua» y designa con él «las atracciones de naturaleza personal». El amor es para él, por tanto, la fuerza que impulsa el movimiento convergente de la humanidad. Añade, además, que el Punto Omega no sólo es el punto de convergencia de todo el universo, sino también la fuerza creadora que atrae hacia sí todo el movimiento evolutivo. Es decir, no es sólo un punto pasivo al que tiende el universo, sino un punto activo que lo atrae todo hacia sí. Al analizar las características del Punto Omega, Teilhard encuentra que, para poder cumplir su función de centro universal de unificación, debe ser preexistente y tras-

centente. No puede extrañarnos que, llegado a este punto, identifique el Punto Omega con la idea tradicional de Dios propuesta por la religión. Dios aparece así, al mismo tiempo, como creador y consumidor de la creación, y realiza esta última función a través de la convergencia en Él, en el nivel del espíritu, de las conciencias humanas.

Teilhard no concluye aquí su itinerario, sino que da un paso más con la consideración de lo que él llama el «fenómeno cristiano». A quien haya seguido el camino de sus reflexiones, basadas en las perspectivas de la ciencia, que le han descubierto un universo evolutivo, y su propuesta de que sólo su convergencia en un Punto Omega asegura su sentido pleno, Teilhard le hace volver sus ojos hacia el cristianismo. Por «fenómeno cristiano» entiende él la existencia, descubierta experimentalmente en el seno de la humanidad, de una corriente religiosa caracterizada por unas propiedades de notable semejanza con todo lo que hemos descubierto a partir del estudio del fenómeno humano. Teilhard conecta el fenómeno cristiano con el lento y complicado ascenso en el corazón de la humanización, desde su mismo origen, de la necesidad de adoración expresada en las distintas tradiciones religiosas. Así descubre que el cristianismo constituye un verdadero *phylum* evolutivo humano que, por su orientación hacia una síntesis basada en el amor, progresa exactamente en la misma dirección que la flecha definida ya en la biogénesis y la antropogénesis.

El fundamento de la fe cristiana, es decir, la aparición de Dios hecho hombre en Jesucristo, es interpretado por él dentro del esquema de la evolución. Como el misterio de la encarnación supone el misterio trinitario en Dios, para Teilhard este misterio cristiano debe ser también coherente con el carácter evolutivo del mundo. Además, su metafísica de la unión exige que la esencia de Dios mismo sea también la de la unión de tres personas. De esta forma, el espíritu que guía y sostiene la marcha de la evolución hacia adelante es ahora la fe en la encarnación del Verbo de Dios en Cristo, que implica esencialmente la conciencia de hallarse ya en relación actual con el polo espiritual y trascendente de la convergencia cósmica universal. En otras palabras, para el cristiano, el Punto Omega se identifica con Cristo, en quien Dios se ha hecho ya presente en el corazón mismo de la materia para animar y llevar adelante toda la evolución hacia sí. Él es a la vez el modelo

a seguir y la fuerza que lo hace posible. La fe cristiana ha llevado a Teilhard a reconocer en Cristo el Punto Omega y, de esta forma, a reconocer también que la cosmogénesis y la antropogénesis se convierten finalmente en lo que el llama una «Cristogénesis», es decir, un proceso en el que todo el universo se convierte en el cuerpo cósmico de Cristo. En ella se da la consumación convergente de todo el universo en el nivel del espíritu iniciado desde su mismo origen. Esta concepción lleva, según Teilhard, a la consideración de la dimensión cósmica de Cristo. En sus propias palabras: «Erigido como primer motor del movimiento evolutivo de complejidad-conciencia, el Cristo cósmico llega a ser cósmicamente posible... En último análisis, la cosmogénesis, después de ser descubierta siguiendo su eje central –primero biogénesis, después noogénesis–, culmina en la Cristogénesis, con la que todo cristiano sueña»¹⁸. Con esta identificación de Cristo con el Punto Omega de la evolución cósmica culmina la propuesta de Teilhard de Chardin de una evolución entendida desde el punto de vista cristiano.

Recientemente, esta visión teilhardiana ha sido reelaborada por Schmitz-Moorman, que desarrolla una nueva concepción de la creación bajo estos presupuestos¹⁹. Propone este autor la metafísica de la unión como el modo en que Dios crea. Como esta metafísica se aplica también a Dios, en él se encuentra la unión del misterio trinitario. Así, el modo de crear por unión de Dios es consecuencia de su modo de ser. La creación toda está orientada a la unión con Dios a través del hombre, única criatura capaz de conocer y amar y, por lo tanto, de unirse con Dios. Éste es el sentido que da a lo que él llama la *creatio appellata*, en la que, como ya vimos, Dios llama hacia sí a las criaturas para que lleguen a ser más y más similares a él, lo que tiene lugar finalmente en el hombre. Al tener que realizarse esta unión a través del hombre creado libre, Schmitz-Moorman llama a la creación, también, *creatio libera*.

18. Pierre TEILHARD DE CHARDIN, «Le Christique», en *Oeuvres. 13: Le coeur de la matière*, Éditions du Seuil, Paris 1976, p. 109.

19. K. SCHMITZ-MOORMANN, *op. cit.*, pp. 213-253.

10. Los científicos modernos y la pregunta sobre Dios

10.1. ¿Son creyentes los científicos?

ESTA pregunta puede servirnos de introducción. Leyendo algunos artículos en periódicos y revistas especializadas sobre el tema de la relación entre ciencia y religión, se tiene a veces la impresión de que es una opinión generalizada el que la mayoría de los científicos son ateos o agnósticos. Es un estereotipo tan generalizado que se acepta sin ninguna discusión. Antonio Fernández Rañada, en su admirable libro *Los científicos y Dios*, muestra claramente «la notoria falsedad del estereotipo de que los científicos se oponen necesaria y radicalmente a la experiencia religiosa, pues la práctica de la ciencia ni empuja hacia la fe ni aleja de ella»¹. A este respecto, prosigue este autor, «basta con aducir que muchos científicos de primera fila creen en un Dios lo suficiente como para elaborar un sistema personal de creencias fuertemente implicado en la visión del mundo que deriva de su ciencia». El libro entero apoya esta tesis con numerosos testimonios y citas de científicos, en especial de grandes físicos. Rañada, él mismo un físico teórico y catedrático de la Universidad Complutense, analiza la postura que con respecto a la idea de Dios mantuvieron los principales científicos de la historia, mostrando, por ejemplo, cómo grandes físicos modernos como Einstein, Heisenberg y Plank se consideraban abiertos al misterio de la trascendencia y no ajenos al mundo religioso, aunque no siempre se les pueda considerar como creyentes convencionales.

1. A. FERNÁNDEZ RAÑADA, *Los científicos y Dios*, Nobel, Oviedo 1994.

En primer lugar, podemos preguntarnos si los científicos mismos creen que religión y ciencia son dos cosas incompatibles. Precisamente sobre esta pregunta trata la colección de testimonios publicada en 1928 en Francia por el diario *Le Figaro*², con la respuesta de 45 científicos (6 matemáticos, 8 físicos, 6 astrónomos, 7 químicos, 4 geólogos, 4 biólogos, 5 médicos y 5 ingenieros), miembros todos ellos de la *Académie des Sciences*, el órgano de más prestigio científico de Francia. En concreto, la pregunta que se hacía era si la ciencia se opone al sentimiento religioso. En todos los casos la respuesta es negativa. El matemático y astrónomo H. Andoyer replica que él cree que más bien el espíritu científico entraña el espíritu religioso. El famoso matemático Émile Borel aclara que no hay ninguna incompatibilidad psicológica entre el sentimiento religioso y lo que podemos llamar el «sentimiento científico», es decir, el gusto y amor por la ciencia. El geodesta Charles Lallemand, presidente entonces de la *Académie des Sciences*, termina diciendo que, «a pesar de todas las esperanzas que parecen autorizar las maravillas engendradas por ella, la ciencia probablemente verá siempre prohibida su entrada en ciertos dominios misteriosos a los que la razón no tiene acceso». El químico Charles Moureu concluye su intervención diciendo que la religión tiende a satisfacer los «deseos del corazón [...]»; ella aporta un respuesta a la cuestión suprema que la ciencia no puede resolver». Paul Sabatier, premio Nobel de química, afirma que no es razonable oponer la religión y la ciencia, que semejante cosa no puede tener ninguna utilidad y que es, sobre todo, algo propio de gente mal instruida en ambas.

Pasando de estas consideraciones a posturas más positivas, podemos preguntarnos si se dan hoy científicos profundamente creyentes. Testimonios de científicos actuales creyentes se pueden encontrar en tres libros relativamente recientes. El primero –coordinado por Neville Mott, Premio Nobel de física en 1977, y publicado en 1991– Tiene un título provocativo: *Can Scientists Believe? (¿Pueden creer los científicos?)*³. En él se recogen los tes-

2. R. DE FLERS (ed.), *Le sentiment religieux et la science*, Spes, Paris 1928.

3. N. MOTT (ed.), *Can Scientists Believe? Some Examples of the Attitude of Scientists to Religion*, James and James, London 1991.

timonios de 15 científicos actuales creyentes. Mott reconoce, en la presentación del libro, que él, personalmente, estuvo alejado de toda religión hasta los 50 años, cuando, siendo director del Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge, empezó a interesarse por ella y a asistir a los oficios de la Iglesia Anglicana. Aunque mantiene una cierta reserva con relación a determinados aspectos, como es el caso de los milagros, él se considera creyente. Los testimonios presentados provienen de científicos de distintas ramas (físicos, químicos, matemáticos...), entre ellos el también premio Nobel de medicina en 1963, John Eccles, el cual trata el problema de la relación entre cerebro y conciencia, para acabar diciendo que no existe conflicto entre las ciencias del cerebro y las creencias básicas religiosas. El físico de la Universidad de Stanford, Francis Everitt, termina su aportación (que titula «Fe y misterio en la ciencia; razón y escepticismo en la religión») diciendo: «así como la física nos confronta con el misterio de su incompletividad, también lo hace la religión». Otro físico, éste de la universidad de Oxford, P.E. Hodgson, presenta la relación entre la ciencia y la visión cristiana del mundo concluyendo que el desarrollo de una ciencia vigorosa y automantenida está basado, aunque no se quiera reconocer, en la concepción cristiana del mundo natural.

El segundo es un libro semejante, publicado en Francia en 1989 por Jean Delumeau: *Le savant et la Foi* (El científico y la fe)⁴, con el testimonio de 19 científicos, casi todos franceses, que se confiesan creyentes y para los que no existe ruptura entre su pensamiento científico y su pensamiento religioso. Entre ellos hay físicos, matemáticos, astrónomos, biólogos, geólogos, químicos y médicos. Los autores responden que la ciencia y la fe no se excluyen ni se contradicen, ya que no se sitúan en el mismo plano. Ninguno de ellos siente que su fe sea un freno a la investigación científica, ni ven en la atracción que experimentan por ésta un peligro para su fe. Xavier Le Pichon, geólogo y uno de los iniciadores de la teoría de la tectónica de placas, confiesa: «Yo he tenido a menudo la ocasión de ver abrirse en mí esta capacidad de adoración en el curso de mis exploraciones científicas». André

4. J. DELUMEAU (ed.), *Le savant et la foi*, Flammarion, Paris 1989.

Lichnerowicz, profesor de matemáticas del Collège de France, expone que la creación nace del amor de Dios, no de una nada exterior y anterior, que sólo puede ser el pensamiento fantasmal de una ausencia. Un capítulo colectivo, titulado «Expresar hoy la fe cristiana por un científico» y firmado por 23 científicos, se plantea, entre otras cuestiones, cómo se puede ser cristiano en un medio científico y qué papel desempeñan los científicos en la comunidad creyente.

Un tercer libro es *Practicing Science, Living Faith* (Practicar la ciencia, vivir la fe)⁵, colección de doce testimonios presentados por P. Clayton y J. Schaal en 2007. Entre dichos testimonios, precedidos por un prólogo de William Phillips, premio Nobel de física en 1997, encontramos una mayor variedad de ámbitos científicos, con representantes de campos tan diversos como la zoología, la informática, la entomología, la neurología y la psicoterapia, además de los clásicos campos de la física, la química y la biología. Sus respectivas posturas religiosas son también más variadas, pues hay representantes de las tradiciones cristiana, judía, musulmana, budista o hindú, así como de espiritualidades personales sin una identidad religiosa concreta. Como explican los editores en la introducción, el énfasis se pone aquí en la práctica, tanto de la ciencia como de la espiritualidad. Se observa a científicos que buscan en su vida diaria la integración de su cultura profesional científica y su religión o su sentimiento espiritual. Por ejemplo, para el matemático Hendrick Barendregt, la religión es el camino hacia la felicidad y la paz interior y comparte con la ciencia un cierto terreno común. Para la bióloga Ursula Goodenough, el conocimiento científico no ha disminuido su sentimiento de lo maravilloso que es el fundamento de su búsqueda religiosa. La bioquímica Pauline Rudd insiste en que ella ve en el universo una expresión del amor de Dios, la mente de Dios o la palabra expresada de Dios. La zoóloga Jane Goodall, célebre por sus estudios sobre el comportamiento de los chimpancés, se admira de que muchos traten de negar la presencia de la dimensión espiritual en su vida y, al mismo tiempo, traten de encontrarle un sentido a ésta. En todos

5. P. CLAYTON y J. SCHAAL (eds.), *Practicing Science, Living Faith. Interviews with 12 Leading Scientists*, Columbia University Press, New York 2007.

ellos se refleja, desde muy diversas experiencias, la compatibilidad de su búsqueda espiritual y su práctica de la ciencia.

Francis S. Collins, director del «Proyecto Genoma Humano», presenta en su libro *El Lenguaje de Dios* (2006)⁶ los motivos que tiene para creer. Para él, tanto la ciencia como la fe son formas de buscar la verdad. La ciencia lo hace observando cómo funciona el mundo natural, y la fe tratando de encontrar respuesta a cuestiones más profundas: ¿por qué existe algo en lugar de nada?; ¿cuál es el sentido de la vida?; ¿existe Dios?... Para él, todo requiere un cierto elemento de fe: no se puede ser científico si no se tiene fe en el hecho de que existe un orden en la naturaleza y que ésta se comporta de una manera reproducible y predecible. Afirma que muchos científicos, como él mismo, creen en Dios, pero, en general, hemos guardado silencio acerca de nuestras creencias.

De estos libros se puede concluir que, en contra de la opinión, a veces tan difundida, de la generalizada postura agnóstica o increyente de los científicos, hoy muchos de ellos sienten la seducción por el misterio de Dios y saben armonizar su visión científica del mundo con su fe religiosa o su búsqueda de sentido para sus vidas, descubriendo la presencia del misterio y el espíritu en el mundo. George Lemaitre, sacerdote católico y pionero en la propuesta de un universo en evolución a partir de una gran explosión inicial, lo exponía de esta forma: «Nada en mi trabajo, nada de lo que aprendí en mis estudios científicos o religiosos, me hizo modificar este punto de vista. No tengo que superar ningún conflicto. La ciencia no quebrantó mi fe, y la religión nunca me llevó a dudar de las conclusiones a las que llegaba por métodos científicos»⁷. Frente a estas colecciones de testimonios positivos, se escuchan todavía voces que arrastran los prejuicios de posturas que pretenden mantener la imposibilidad de conjugar la ciencia con la fe religiosa. Algunos llegan a afirmar que un científico creyente no puede ser totalmente coherente: en el fondo de su existencia mantendrá una doble personalidad intelectual; en este sentido, será un esquizofrénico y, al comportarse de seme-

6. F.S. COLLINS, *El lenguaje de Dios. Un científico presenta evidencias para creer*, Planeta, Madrid 2006.

7. Entrevista a George Lemaitre en *The New York Times Magazine* (19 de febrero de 1933).

jante forma, violentará desde el punto de vista intelectual la esencia de la empresa científica⁸. Estas posturas no quieren contemplar ni siquiera la posibilidad de que alguien pueda ser al mismo tiempo un verdadero científico y tener una profunda fe religiosa. Sin embargo, como ya hemos visto, muchos de los grandes físicos, como es el caso de Galileo, Kepler, Newton, Lord Kelvin, Maxwell, Plank y aun el mismo Einstein, mantuvieron un sentimiento profundamente religioso sin sentir para nada que ello constituyera un obstáculo para su labor científica.

10.2. ¿Qué dicen las estadísticas?

Una pregunta que podemos hacernos es: ¿en qué proporción son creyentes los científicos? En 1916, el sociólogo norteamericano James H. Leuba realizó una encuesta entre 1.000 científicos de su país, seleccionados de forma arbitraria entre biólogos (50%), matemáticos (25%) y físicos y astrónomos (25%), sobre la creencia en Dios y la inmortalidad del alma. Dios era definido en términos personales, como aquel a quien uno reza y de quien espera una respuesta. El resultado de la encuesta fue que un 41,8% de tales científicos eran creyentes; un 41,5%, no creyentes; y un 16,7% tenían dudas o se consideraban agnósticos. Éstas eran las tres alternativas que se ofrecían en la encuesta. En cuanto a la creencia en la inmortalidad, un 50% respondió en sentido afirmativo; un 20%, negativo; y un 30% manifestaba sus dudas. En aquellos años, estas cifras resultaban en cierto modo escandalosas, ya que la sociedad norteamericana se consideraba profundamente religiosa. Ochenta años más tarde, en 1996, dos sociólogos norteamericanos, Edward Larson y Larry Whitman, decidieron repetir la encuesta, pensando que los resultados serían radicalmente diferentes, debido a la creciente secularización de la sociedad, vinculada en cierta manera al progreso científico y técnico, con un incremento grande de increyentes entre los científicos⁹. El resul-

8. J.M. SÁNCHEZ RON, *Los mundos de la ciencia. Del big-bang al 11 de septiembre*, Espasa-Calpe, Madrid 2002, pp. 47-49.

9. E.J. LARSON y L. WITHAM, «Scientists Are Still Keeping the Faith»: *Nature* 386 (1998), 435-436.

tado de la nueva encuesta, que utilizó las mismas preguntas y la misma metodología, reflejó, sin embargo, un resultado muy parecido a la primera. Con respecto a la creencia en Dios, la respuesta fue afirmativa en un 39,3% de los casos; negativa, en un 45,3 %; y dudosa en un 14,5 %. En cuanto a la inmortalidad, el 38% respondió afirmativamente; el 46,9%, negativamente; y el 15% se mostró dudoso. En nuestra época secularizada, los resultados, que son muy parecidos a los de la primera, con sólo un ligero descenso (2,5 %) del número de creyentes, llamaron ahora la atención en sentido contrario a la primera, pues los encuestadores esperaban un descenso mucho mayor del número de creyentes. La encuesta reflejaba que, al menos para los científicos norteamericanos, la creencia en un Dios personal está presente en algo menos de la mitad de los casos, y se ha mantenido prácticamente constante en los últimos 80 años.

Otra encuesta, citada por Larson y Withman, realizada entre 6.0000 profesores de ciencias y llevada a cabo también en Norteamérica por la Carnegie Institution en 1969, dio como resultado que un 43% de ellos acudían a la iglesia dos o tres veces al mes: más o menos, la misma proporción que la población general. Sin embargo, en otra encuesta realizada por Leuba en 1914 entre tan sólo 400 individuos a los que él consideraba grandes científicos, reflejaba un porcentaje muy bajo (sólo un 28%) de creyentes. Larson y Withman replicaron también esta encuesta en 1996, realizada ahora únicamente entre miembros de la National Academy of Sciences y a la que sólo respondieron 200 miembros (un 50%), de los cuales únicamente un 7% afirmaba ser creyente¹⁰. La baja proporción de respuestas cuestiona de alguna manera los resultados, aunque sí parece indicar que entre este colectivo la increencia y el agnosticismo es mucho más alto que entre la población en general. Sin embargo, se ha objetado a la repetición de la encuesta que la imagen de Dios sobre la que se hace la pregunta es muy tradicional, y que se debía haber dado cabida a conceptos de Dios más inclusivos. Lamentablemente, no existe una encues-

10. E.J. LARSON y L. WITHAM, «Leading Scientists Still Reject God»: *Nature* 394 (1998), 313.

ta parecida realizada en Europa, donde el proceso de secularización es mayor, para poder comparar los resultados con los de Norteamérica.

10.3. Una mirada a la historia

Conviene ahora echar una mirada a la historia. ¿Cuál ha sido en el pasado el sentimiento religioso de los grandes científicos? Durante la Edad Media, la filosofía natural —en la que estaba incluida la ciencia— y la teología estaban de tal forma interrelacionadas que era imposible percibir una ruptura entre ellas. Los personajes científicos más representativas de esta época, como Alberto Magno, Roger Bacon, Nicolas Oresmes y Juan Buridan, eran todos eclesiásticos. Con la revolución científica de la Edad Moderna, la ciencia se independiza y seculariza. Sin embargo, prácticamente todas las grandes figuras científicas de esta primera época, como ya vimos en el capítulo 6, eran hombres profundamente religiosos.

La mentalidad que vimos presente en los científicos ingleses de la generación de Newton y los propulsores de la teología natural sigue estando presente en los grandes físicos ingleses del siglo XIX. Por ejemplo, William Thomsom, comúnmente conocido como Lord Kelvin, hablando del tema de ciencia y religión, afirmaba que, «si uno piensa suficientemente, se verá forzado por la ciencia a creer en Dios, lo que es el fundamento de toda religión. Se encontrará con que la ciencia no es antagonista, sino una ayuda de la religión». Michael Faraday, el gran físico experimental, era miembro de una pequeña secta protestante, los «Sandemanians», que sostenía que el cristianismo consiste simplemente en la fe en la divinidad de Cristo, y que esta fe es un don de Dios. Faraday mantenía la independencia de su fe y su labor científica afirmando: «No hay filosofía en mi religión... no creo necesario atar juntos el estudio de las ciencias naturales y la religión». James Clerk Maxwell, la figura cumbre de la teoría electromagnética, hablando de los átomos, afirmaba que sólo se podía explicar su origen apelando al hecho de su creación por parte de Dios. Después de su muerte, se encontró entre sus papeles una oración que comenzaba: «Dios todopoderoso, que has creado al hombre

a tu imagen... enséñanos a estudiar la obra de tus manos para que podamos someter la tierra para nuestro uso y fortalecer nuestra razón para tu servicio»¹¹.

Entre los grandes físicos franceses destaca André-Marie Ampère, el cual, en un ensayo sobre filosofía de la ciencia, afirmaba: «Una de las evidencias más impactantes de la existencia de Dios es la maravillosa armonía por la que el universo se preserva y los seres vivos reciben en su organización todo lo necesario para la vida»¹².

Me he limitado a citar a grandes físicos, que me resultan más familiares; pero ejemplos parecidos podrían encontrarse entre los científicos de otras materias (matemáticos, químicos, biólogos y geólogos). En contra de la opinión generalizada de su pretendida increencia, incluso durante el siglo XIX, considerado más bien, en su conjunto, como un siglo con extendidas influencias antirreligiosas, la gran mayoría de los grandes científicos mantenían profundas convicciones religiosas¹³. Por ejemplo, el matemático Augustin Cauchy confesaba: «me gusta reconocer la noble generosidad de la fe cristiana en mis ilustres amigos: el creador de la cristalografía, Haüy; los introductores de la quinina y el estetoscopio, Pelletier y Laënc; y los inmortales fundadores de la teoría de la electricidad dinámica, Frecynet y Ampère». Ante las opiniones de quienes le tenían por un librepensador, el químico Michel Chevreul afirmaba: «Yo no soy más que un científico, y quienes me conocen saben que, nacido católico y de padres cristianos, vivo y deseo morir como católico»¹⁴. En el pensamiento de estos científicos, Dios aparece a menudo como el creador y garante del orden presente en la naturaleza. El estudio de la naturaleza se convierte, de este modo, en un acto religioso. Todos ellos rechazan implícitamente la idea de que, de algún modo,

11. Los testimonios de Faraday, Lord Kelvin y Maxwell están citados, junto con los de otros muchos científicos, en K.A. KNELLER, *Christianity and the Leaders of Modern Science. A Contribution to the History of Culture During the Nineteenth Century*, Real View Books, Port Huron 1995, pp. 126, 380, 140.

12. *Ibid.*, p.123.

13. Para los científicos del siglo XIX, véase K.A. KNELLER, *op. cit.*

14. *Ibid.*, pp. 55, 203.

la ciencia pueda apartar de la religión, y están convencidos precisamente de lo contrario. La mayoría de los grandes científicos de los siglos XVIII y XIX fueron personas religiosas, y una gran parte de ellos cristianos de distintas confesiones que nunca se plantearon que pudiera darse una incompatibilidad entre su ciencia y su sentimiento religioso.

10.4. Física cuántica y religión

El comienzo del siglo XX coincide con la primera propuesta de una nueva física. Frente a la opinión generalizada entre los físicos de finales del siglo XIX que, como Kelvin, pensaban que la física ya estaba prácticamente acabada, la realidad era que estaba a punto de darse un cambio radical con la propuesta de la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad. En ambos casos, se trata de una ruptura con el paradigma básico vigente en toda la física que hoy llamamos «clásica», iniciada por Newton. La teoría de la relatividad se replantea la estructura misma del espacio y el tiempo, la manera de concebir la gravitación y la relación entre masa y energía; y la física cuántica mostrará que los principios utilizados para los fenómenos físicos a escala macroscópica no son aplicables en el nivel de los procesos subatómicos, mostrando que toda transferencia de energía se realiza solamente en múltiplos de un último cuanto indivisible, es decir, que todos los procesos energéticos están cuantificados. Ondas y partículas, que se consideraban dos realidades distintas, aparecen ahora como dos aspectos de una misma realidad.

Toda una generación de grandes físicos participaron en esta empresa y, curiosamente, algunos de ellos nos han dejado también sus reflexiones sobre la relación entre el pensamiento científico y el religioso. El primero de ellos es el mismo fundador de la mecánica cuántica, Max Planck, quien publicó en 1900 la primera propuesta de la cuantificación de la energía. En sus reflexiones sobre ciencia y religión, Planck comienza planteándose el problema de si un científico puede al mismo tiempo ser una persona religiosa¹⁵. Sobre este tema propone dos preguntas: ¿qué exigencias plantea la religión al creyente y cuáles son las señales de una religiosidad genuina?; y ¿de qué tipo son las leyes que en-

seña la ciencia y qué verdades se proponen como innegables? Planck pensaba que la respuesta que se dé a estas dos cuestiones incluirá también la respuesta a la pregunta acerca de si las exigencias de la ciencia se oponen o no a la religión. En su análisis, empieza con el examen de los símbolos religiosos, distinguiendo en ellos el símbolo y lo significado. La persona genuinamente religiosa es la que no se queda en los símbolos, sino que descubre la realidad que hay detrás de ellos. De ese descubrimiento se sigue una confianza sin límites en la protección divina en esta vida. A la segunda pregunta responde que las ciencias descubren la presencia de leyes y constantes físicas en la naturaleza que no son creación del hombre. Estas leyes reflejan una racionalidad que es independiente de la acción humana. Para Planck, esta racionalidad de la naturaleza tiene una fuente fuera de la materia misma y es un reflejo de una Razón Suprema. Desde este punto de vista, Dios aparece como el fin último en la ciencia y como el principio de la religión. La Razón Suprema del orden del mundo se identifica finalmente con el Dios de la religión. Ciencia y religión no se interfieren entre sí; son como dos vías paralelas que, en el infinito, se unen en un mismo Fin Último. Para Planck no existe, por tanto, oposición entre ellas; la ciencia guía el conocer, y la religión el obrar. Él defiende la separación de los dos niveles de conocimiento, aunque propone su unión final. Y concluye su ensayo sobre la relación entre ciencia y religión diciendo: «Debemos siempre proponernos no cejar nunca en la lucha que llevan juntas la ciencia y la religión contra el escepticismo y el dogmatismo, contra la increencia y la superstición; y el lema en esta lucha resuena desde siempre y en todo futuro: hacia Dios». Planck atravesó después de la guerra situaciones muy dolorosas. En ese contexto es en el que hay que interpretar una carta suya en la que expresaba que él no creía en un Dios personal.

En 1927, después de una de las conferencias científicas «Solvay», estaban reunidos en un hotel de Bruselas tres de los creadores de la mecánica cuántica, Werner Heisenberg, Paul Dirac y

15. Max PLANCK, «Religion und Naturwissenschaft», en H.P. DÜRR (ed.), *Physik und Transzendenz. Die grossen Physiker unseres Jahrhundert über ihre Begegnung mit dem Wunderbaren*, Scherz, Bern 1988, pp. 21-39.

Wolfgang Pauli, con otros físicos jóvenes¹⁶. Heisenberg, que es quien nos lo relata, cuenta que uno de ellos comentó que le extrañaba que Einstein hablara tanto sobre Dios, y que no podía entender cómo mantenía una relación tan fuerte con una tradición religiosa. A esto último, otro respondió que eso no era cierto de Einstein, aunque sí de Planck. Entonces Heisenberg explicó la postura de Planck, que él consideraba poco convincente, aunque la respetaba, y que defendía la separación entre estos dos tipos de conocimiento, como ya hemos visto. Pauli intervino para decir que él tampoco estaba de acuerdo con Planck y que esta postura, que relega la religión al ámbito subjetivo, podía llevar a un debilitamiento del sentimiento religioso, con insospechadas consecuencias. Pauli se inclinaba más por la postura de Einstein, que encontraba a Dios en el orden y racionalidad de las leyes de la naturaleza, aunque, como ya veremos, esta postura suponía la no aceptación de un Dios personal. Heisenberg y Pauli discutieron sobre las consecuencias de estas dos posturas... hasta que intervino Dirac, que por entonces no había cumplido aún los veinticinco años, diciendo que no entendía por qué se discutía sobre religión cuando Dios es un producto de la fantasía, y la religión un tipo de opio para el pueblo. Esto motivó una discusión que acabó con la intervención de Pauli, el cual, con su sentido cáustico, dijo: «Ya, nuestro amigo Dirac tiene una religión cuyo principio es: no existe Dios, y Dirac es su profeta».

Algún tiempo más tarde, en Copenhague, Heisenberg le relató lo ocurrido a Niels Bohr, el físico que había propuesto los primeros modelos cuánticos del átomo y a quien todos consideraban como su maestro. Bohr empezó alabando la franqueza de Dirac en expresar su opinión, aunque él personalmente no la compartía. Luego matizó la relación entre ciencia y religión y entre lo objetivo y lo subjetivo, aduciendo ejemplos de la física relativista y cuántica, en las que el determinismo de la física clásica no se cumple. Para él, el hecho de que los contenidos religiosos se entiendan de diversa manera en las diferentes religiones no es

16. W. HEISENBERG, «Erste Gespräche über das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion», en Hans-Peter DÜRR (ed.), *op. cit.*, pp. 295-308.

una objeción contra el verdadero núcleo de la religión. Quizá, comentó, se trata aquí de descripciones complementarias. Ya sabemos que Bohr había introducido la expresión «descripciones complementarias» para explicar ciertos aspectos de la mecánica cuántica, como la dualidad partícula-onda. Bohr adujo también que ciencia y religión pueden ser dos descripciones complementarias. Ante la objeción de Heisenberg de que se estaba volviendo al problema de los dos conocimientos, Bohr insistió en la función práctica de la religión en fundar comunidades. Volviendo a la intervención de Dirac, Heisenberg afirmó que tan malo como ser un fanático de la religión es ser un fanático del racionalismo.

Heisenberg, Bohr y Pauli se encontraron en Copenhague veinticinco años más tarde, en el verano de 1952, y reanudaron su conversación¹⁷. Después de discutir sobre la doctrina filosófica del positivismo, que los tres consideraban insatisfactoria, se quedaron solos Heisenberg y Pauli paseando por el muelle, y la conversación derivó hacia el tema de la religión. Heisenberg comentó que las ciencias tienen que reconocer un Orden Central (*zentrale Ordnung*), del que metafóricamente se puede decir que la naturaleza está construida de acuerdo con su plan, y que en este sentido su concepto de verdad está relacionado con el contenido de las religiones. Más tarde, Pauli le preguntó: «¿Crees tú realmente en un Dios personal?». Heisenberg le contestó que había que reformular la pregunta en el sentido de si pensaba que era posible entrar en contacto con el Orden Central, del que él había hablado, como con el alma de otro hombre, y que entonces su respuesta era afirmativa. Pauli insistió: «¿Piensas que para ti ese Orden Central puede estar presente con la misma intensidad que el alma de otro hombre?», a lo que Heisenberg respondió con un evasivo «quizás». De ahí pasaron al problema de la ética y los valores, que para Heisenberg es el ámbito de las religiones; y volviendo al problema del positivismo, indicó que, cuando no se puede hablar ni pensar sobre los grandes conjuntos (*grosse Zusammenhänge*), se pierde también la brújula que nos orienta en la vida.

17. W. HEISENBERG, «Positivismus, Metaphysik und Religion», en Hans-Peter DÜRR (ed.), *op. cit.*, pp. 308-322.

Heisenberg desarrolló su pensamiento sobre la religión en otros ensayos, en uno de los cuales comienza reconociendo: «nunca me ha parecido posible rechazar el contenido del pensamiento religioso como parte, sencillamente, de una fase superada de la conciencia de la humanidad, como algo a abandonar de ahora en adelante»¹⁸. Y proseguía: «así, a lo largo de la vida me he sentido impulsado una y otra vez a meditar sobre la relación entre estos dos campos del pensamiento [ciencia y religión]». Luego continúa hablando del papel de la religión en la sociedad y su relación con los principios éticos. En cuanto a la relación entre ciencia y religión, insiste en que no deberíamos mezclar ambos lenguajes y sí evitar todo debilitamiento de sus respectivos contenidos. En especial, «las exigencias éticas que brotan del núcleo del pensamiento religioso no deberían ser debilitadas por los argumentos excesivamente racionales venidos del campo de la ciencia». La religión constituye para él «los moldes de referencia espirituales de la comunidad». En otro escrito se plantea de una manera más explícita la pregunta sobre la existencia de Dios¹⁹. Reconoce aquí la dificultad de una respuesta, ya que es difícil esclarecer el significado exacto de las palabras «Dios» y «existir». Sin embargo, afirma que, cuando alguien dice que cree en Dios Padre, no es un autoengaño, sino una expresión de una entrega que nace de lo profundo del alma. Anteriormente había dedicado varios párrafos a las «fuerzas creativas del alma», que permiten tener conciencia de los niveles más altos de la realidad. En estos niveles había encontrado Heisenberg la experiencia del Orden Central de la realidad, que para él, como ya hemos visto, tenía un carácter personal, por lo que el hombre puede relacionarse con él e identificarlo con Dios.

Otro de los creadores de la física cuántica, Erwin Schrödinger, que propuso su famosa ecuación de onda, dedicó también su atención, desde otras perspectivas, al problema religioso y su re-

18. W. HEISENBERG, «Verdades científicas y verdades religiosas», en K. WILBER (ed.), *Cuestiones cuánticas. Escritos místicos de los físicos más famosos del mundo*, Kairós, Barcelona 1987, pp. 69-76.

19. W. HEISENBERG, «Ordnung der Wirklichkeit», en Hans-Peter DÜRR (ed.), *op. cit.*, pp. 323-336.

lación con la ciencia²⁰. Schrödinger se sentía atraído por la filosofía india de los Vedas y percibía profundamente la unidad de toda la realidad. En uno de sus escritos habla de la presencia de lo abarcable y lo inabarcable y de la armonía que debe existir entre ambos. Esta armonía hace posible la intuición en el sentido de la totalidad. Esta intuición conlleva tomar conciencia de la vida en todos sus aspectos, espirituales y corporales, tanto en el sentimiento como en el entendimiento, y mantener que los aspectos materiales y espirituales de la realidad, sentimiento y razón, forman una unidad. Por eso afirmaba que la ciencia no puede destruir el espíritu.

Estas reflexiones de Schrödinger, como algunas de Heisenberg y otros científicos, pueden parecer que se distancian del pensamiento religioso tradicional; pero en realidad son una muestra de que hay en ellos una intuición de un sentido de la realidad que trasciende lo meramente material y se adentra en el ámbito del misterio, que ellos entendieron como algo esencial a todo sentimiento religioso.

10.5. Einstein y la religión cósmica

La figura de Einstein requiere una atención especial. A veces se dice de él que fue un ateo; pero nada más lejos de la realidad, aunque sí es verdad que su sentimiento religioso reviste unas características especiales²¹. Educado de niño en la religión judía, a los doce años, cuando empezó a interesarse por los temas científicos, abandonó toda práctica religiosa, al mismo tiempo que surgía en él una continua sospecha contra toda clase de autoridad. Sin embargo, ello no significa que no mantuviese durante toda su vida un verdadero sentimiento religioso. En cierta oca-

20. E. SCHRÖDINGER, «Naturwissenschaft und Religion», en Hans-Peter DÜRR (ed.), *op. cit.*, pp. 171-188.

21. M. JAMMER, *Einstein and Religion. Physics and Theology*, Princeton University Press, Princeton 1999; N.H. FRANKENBERRY (ed.), *The Faith of Scientists in Their Own Words*, Princeton University Press, Princeton 2008, cap. 7: «Albert Einstein», pp. 143-176.

sión, alguien le comentó: «He oído que es Usted profundamente religioso»; a lo que contestó Einstein: «Sí, puede Usted llamarlo así». Y siempre rechazó que se le considerase ateo. En efecto, en una entrevista en 1930 afirmaba: «No soy un ateo y no pienso que pueda llamarme panteísta». Einstein nos ha dejado su pensamiento sobre el tema religioso en varios escritos, en especial dos ensayos, escritos entre 1930 y 1941, con el título «Ciencia y religión»²². En ellos explica cómo, para él, la religión nace precisamente de la actitud científica que se encuentra en el conocimiento de la naturaleza, con la constatación de que nunca llegamos a comprenderlo del todo. Así, dice: «Lo que yo veo en la naturaleza es una estructura magnífica que sólo podemos comprender muy imperfectamente y que debe llenar a la persona de un sentimiento de humildad. Éste es un sentimiento genuinamente religioso». Tratando de explicar este pensamiento, añade: «Todo el que está seriamente comprometido con el trabajo científico se convence de que un Espíritu se manifiesta en las leyes del universo. Un Espíritu muy superior al hombre y frente al cual nuestras modestas fuerzas deben sentirse humildes».

El pensamiento religioso de Einstein se aparta en muchos aspectos del tradicional. No aceptaba un Dios personal y estaba muy influido por el pensamiento del filósofo judío Baruch Spinoza, quien identificaba a Dios con la Naturaleza (*Deus sive natura*). Así, afirmaba: «Yo creo en el Dios de Spinoza, que se revela en la armonía de cuanto existe, pero no en un Dios que se ocupa del destino y los actos de los hombres». Tampoco aceptaba una verdadera libertad en el hombre, ya que mantenía un férreo determinismo en la naturaleza, que le llevó toda su vida a desconfiar de la interpretación probabilística de la mecánica cuántica. Precisamente en este contexto utilizó la conocida frase «Dios no juega a los dados». Su religiosidad, al nacer de su trabajo científico, tiene unas características especiales, como él mismo afirma: «El trabajo científico conduce a un sentimiento religioso de

22. A. EINSTEIN, «Religion und Wissenschaft» y «Naturwissenschaft und Religion», en Hans-Peter DÜRR (ed.), *op. cit.*, pp. 67-70 y 71-78. Traducidos en parte en A. EINSTEIN, «Sobre religión», en *Mis ideas y opiniones*, Bon Ton, Barcelona 2002, pp. 32-47.

un tipo especial, que se diferencia esencialmente de la religiosidad de la gente corriente». Y lo define más adelante, diciendo: «Mi sentimiento, en cuanto religioso, es que estoy imbuido de la conciencia de la insuficiencia de la mente humana para entender profundamente la armonía del universo». Su sentimiento religioso estaba fundamentado en lo que él llamaba la «experiencia de lo misterioso». Y así, decía: «La experiencia más hermosa que se puede tener es lo misterioso... Esta emoción constituye la verdadera religiosidad». A este sentimiento lo llamó el «sentimiento religioso cósmico», que no conoce dogmas, ni conlleva ninguna noción definida de Dios ni una teología ni una práctica concreta. Partiendo de esta concepción, nos dice Einstein, se llega a una percepción de la relación entre religión y ciencia muy distinta de la habitual. Finalmente, resumió la relación entre ambas con la muy citada frase «La ciencia sin la religión está coja, y la religión sin la ciencia está ciega». Podemos, pues, concluir que Einstein descubrió en el estudio de la naturaleza la presencia de un misterio, escondido tras la armonía del universo, ante el cual se sentía insignificante, y este sentimiento constituía para él el fundamento de un sentimiento verdaderamente religioso.

10.6. Científicos, agnósticos y ateos

La imagen que hemos dado hasta ahora no sería completa si no presentáramos también la postura de científicos no creyentes, y entre ellos algunos que han relacionado con la ciencia su postura contraria a la religión. Estas posturas empiezan a manifestarse, sobre todo, a partir del siglo XIX. Una de las figuras más citadas es la de Charles Darwin, cuya teoría de la evolución dio origen a una fuerte controversia en el campo religioso y cuya evolución religiosa personal ya hemos visto en el capítulo 8. Aunque mantuvo una actitud que podemos llamar agnóstica, nunca quiso imponérsela a otros, y rechazó el uso de la evolución como argumento contra la religión. Precisamente fue Thomas Huxley, ardiente defensor de las ideas de Darwin, quien acuñó el término «agnosticismo» para referirse a la imposibilidad de conocer algo sobre la divinidad, que él consideraba como la única postura intelectualmente válida.

El agnosticismo es bastante común hoy entre los científicos, aunque el ateísmo militante tampoco está ausente, como veíamos al referirnos al físico teórico Paul Dirac. Carl Sagan, astrofísico y brillante divulgador científico, tomó también esta postura, afirmando que «el universo es todo lo que es, ha sido y será», y que debemos hacer de la naturaleza el objeto de nuestra reverencia. Volcando sobre la naturaleza todo el sentimiento que las personas religiosas dedican a Dios, dice: «La vida es sólo un vistazo momentáneo de las maravillas de este asombroso universo, y es triste que tantos la estén malgastando soñando con fantasías espirituales». Al reflexionar sobre la hipótesis-Dios, Sagan termina preguntándose por qué Dios no ha dejado pruebas más palpables de su existencia. Su postura inicialmente combativa contra la religión fue haciéndose después más comprensiva. En su último libro afirma que la ciencia no sólo es compatible con la espiritualidad, sino que es una fuente profunda de la misma. No veía ninguna dificultad esencial en reconciliar la religión y la ciencia, y afirmaba que la idea central, común a muchas creencias, de un creador del universo es una de esas doctrinas difíciles al mismo tiempo de demostrar o de rechazar²³.

Steven Weinberg, premio Nobel de física, termina su libro de divulgación científica sobre el origen del universo diciendo: «cuanto más comprensible parece el universo, tanto más sin sentido parece». Más tarde matizaba: «Yo no quería decir que la ciencia nos enseñe que el universo no tiene sentido, sino, más bien, que el propio universo no sugiere ningún sentido». Y reconocía: «Pero el daño estaba hecho: la frase me ha perseguido desde entonces». Este comentario aparece en un capítulo titulado «¿Y qué pasa con Dios?», en el que justifica su postura totalmente opuesta a cualquier tipo de religión, que él considera una tentación en la que no hay que caer. Weinberg considera el problema del mal en el mundo incompatible con la fe en un Dios bondadoso y todopoderoso, y afirma que, «cuanto más refinamos nuestra comprensión de Dios para hacerla plausible, tanto más

23. C. SAGAN, *La diversidad de la ciencia. Una visión personal de la búsqueda de Dios*, Planeta, Barcelona 2007, pp. 167-187; N.H. FRANKENBERRY (ed.), *op. cit.*, cap. 10: «Carl Sagan», pp. 222-248.

sin sentido me parece». Weinberg sigue manteniendo que uno de los grandes logros de la ciencia ha sido, si no hacer imposible para gente inteligente el ser religiosa, sí al menos hacerles posible el no serlo, y no debemos renunciar a este logro. En otra ocasión dijo: «pienso que en muchos aspectos la religión es un sueño, a veces un sueño hermoso, a veces una pesadilla. Pero es un sueño del que yo pienso que ya es hora de despertarnos»²⁴.

Para el biólogo y premio Nobel Jacques Monod, todo el universo es fruto del azar, y ni han de buscarse otras explicaciones ni hacerse más preguntas; y acaba afirmando: «La antigua alianza ya está rota. El hombre sabe, por fin, que está solo en la inmensidad indiferente del universo, en el que ha surgido por azar. Ni su destino ni su deber están escritos en ninguna parte. A él le toca elegir entre el Reino y las tinieblas»²⁵. Más agresiva es la postura del ya citado zoólogo de Oxford, Richard Dawkins, quien propone sustituir la religión por la ciencia, ya que ésta tiene todas las virtudes de aquélla y ninguno de sus vicios. Para él, el principal vicio de la religión consiste en que está fundada en la fe y no se basa en ninguna evidencia, al contrario de lo que ocurre con la ciencia, que se basa en evidencias verificables. Dawkins pretende explicar desde una perspectiva puramente darwinista la universalidad del fenómeno religioso, y cree poder llegar a una respuesta convincente sin reconocerle ningún aspecto positivo. De la religión dice: «Como darwinista, el aspecto de la religión que llama mi atención es su derroche libertino, su despliegue extravagante de inutilidad barroca. La religión trastorna la ciencia, fomenta el fanatismo, alienta la homofobia e influye negativamente en la sociedad de otras maneras». Para él, la religión es una especie de virus pernicioso de la sociedad. En el prólogo de su libro a favor del ateísmo, que contiene un ataque virulento contra la religión, insiste en que la hipótesis-Dios es una hipótesis científica sobre el universo que debe ser analizada escépticamente como cualquier otra, y que el ateísmo es algo de lo que uno debe sentirse orgulloso pues indica una sana independencia de la mente y una mente

24. S. WEINBERG, *El sueño de una teoría final*, Crítica, Barcelona 1994; N.H. FRANKENBERRY (ed.), *op. cit.*, cap. 14: «Steven Weinberg», pp. 317-339.

25. J. MONOD, *El azar y la necesidad*, Barral, Barcelona 1971, p. 193.

sana²⁶. Edward O. Wilson, el famoso entomólogo creador de la biosociología, tuvo una educación cristiana que no dudó en abandonar para declararse humanista secular. Piensa, sin embargo, que ciencia y religión deben unirse para defender la preservación de la naturaleza. Dirigiéndose a un pastor bautista acerca de la necesidad de unir esfuerzos para la preservación de la naturaleza, le dice: «para ti la gloria de una divinidad invisible; para mí la gloria de un universo revelado por fin... Tú has encontrado tu verdad final; yo todavía estoy buscando. Yo puedo equivocarme; tú puedes equivocarte. Los dos podemos tener en parte razón». Y concluye: «A pesar de las tensiones que tienen lugar entre nuestras visiones del mundo, de los altibajos de la ciencia y la religión en la mente de los hombres, permanece la terrena pero trascendental obligación, a la que estamos moralmente unidos, de participar»²⁷.

10.7. La eterna búsqueda de Dios

Las reflexiones y testimonios, que hemos presentado hasta aquí nos muestran cómo, a pesar de la percepción popular de que la ciencia conduce necesariamente al ateísmo o, cuando menos, al agnosticismo religioso, el problema de Dios no deja de estar presente en la consideración de muchos científicos, ya sea para afirmar su existencia, confesarse preocupado por ella o negarla. La religiosidad de los científicos, como hemos visto, abarca posturas que van, de la aceptación de un Dios personal trascendente, encuadradas en tradiciones religiosas, a otras en las que Dios se identifica con el misterio oculto detrás de la existencia y armonía del universo. Tampoco faltan quienes propugnan un naturalismo absoluto, con la negación de toda trascendencia o presencia de la divinidad, y en ciertos casos acompañado de virulentos ataques a todo lo religioso. Lo que puede resultar más sorprendente es que muchos científicos se sientan obligados a hablar de Dios de una forma o de otra. Por ejemplo, el físico Paul Davies, preocupado

26. R. DAWKINS, *The God Delusion*, Bantam Press, London 2006; N.H. FRANKENBERRY (ed.), *op. cit.*, cap. 12: «Richard Dawkins», pp. 268-295.

27. N.H. FRANKENBERRY (ed.), *op. cit.*, cap. 19: «Edward O. Wilson», pp. 437-451.

por explicar la racionalidad del universo y la adecuación de su comportamiento con el lenguaje matemático, se aventura a plantearse preguntas que van más allá de la ciencia, entre ellas la de si el universo ha sido diseñado por un Creador inteligente. Al intentar dar respuesta a estas preguntas, se pregunta si acaso la hipótesis-Dios no es, al fin y al cabo, la más razonable para explicar la existencia del universo y su inteligibilidad, aunque no llega a decidirse por ella²⁸. Claude Allègre, geofísico y antiguo ministro francés de Educación, se pregunta si en esta época, en que la ciencia ocupa indiscutiblemente la cima del pensamiento humano, puede seguir habiendo lugar para Dios²⁹. La ciencia ha excluido ciertamente a Dios de su propio campo del saber científico, pero ¿tiene la ciencia misma el poder de negar su existencia? Allègre, que no quiere pronunciarse sobre su postura personal, examina la relación de la ciencia y los científicos con las religiones y las iglesias, para terminar afirmando que la ciencia, a pesar de sus muchos conflictos con la religión, no puede ni debilitar ni confirmar la existencia de Dios.

La necesidad de hablar de Dios la encontramos también en otro gran físico actual, Stephen Hawking. En la Introducción a su famoso libro *La historia del tiempo* dice Carl Sagan: «También se trata de un libro acerca de Dios... o quizás acerca de la ausencia de Dios. La palabra “Dios” llena estas páginas». Hawking no tiene miedo a plantearse la importante pregunta de por qué existe algo en lugar de nada o, como él lo expresa, «¿Por qué el universo se molestó en existir? Uno puede definir a Dios como la respuesta a la pregunta, pero ello no nos hace avanzar mucho, a no ser que aceptemos otras connotaciones que usualmente añadimos a la palabra “Dios”». Esa preocupación por las últimas preguntas le lleva a preguntarse también: «¿Qué es lo que inspira el fuego en las ecuaciones y hace un universo que sea descrito por ellas?». En una carta al editor de la revista *American Scientists* declaró: «He dejado completamente abierta la cuestión de la existencia de un Ser Supremo. [...] Sería perfectamente consistente con todo lo que sabe-

28. P. DAVIES, *La mente de Dios. La base científica para un mundo racional*, McGraw Hill, Madrid 1993.

29. C. ALLÈGRE, *Dieu face à la science*, Fayard, Paris 1997, pp. 300-301.

mos decir que había un Ser que fue responsable de las leyes de la física». Sin dar nunca una respuesta definitiva en una dirección o en otra, Hawking se sigue preguntando por el problema de Dios³⁰.

Los científicos, como todos los hombres, se enfrentan con la eterna pregunta del misterio de Dios. Algunos se esconden detrás de la racionalidad científica, para no hacerse más preguntas que las que pueden ser contestadas dentro de ella. Pero, como todo hombre, el científico se ve también abocado a hacerse preguntas que no pueden contestarse desde la ciencia. La ciencia misma, por ejemplo, no aporta ninguna respuesta a la búsqueda de sentido en la existencia y en la vida. El científico no creyente se escuda a veces en la ciencia para no buscar más allá, y quiere justificar su postura en la ciencia. Sin embargo, la ciencia misma no puede ofrecer en este aspecto ningún apoyo. Ella busca únicamente describir el comportamiento de los fenómenos de la naturaleza observable que pueden ser susceptibles de medida. El éxito de la ciencia estriba, precisamente, en ajustarse estrictamente a su metodología. Querer ir más allá y crear una especie de fe en la ciencia es violentar su naturaleza y pretender convertirla en un sucedáneo de la religión. Algunos autores, que sólo aceptan la existencia de lo puramente material, proponen, como hemos visto, una cierta religiosidad, que podemos llamar “naturalista”, con la negación de todo ámbito de lo sobrenatural. Esta postura es en sí respetable, siempre que no se confunda con la ciencia misma ni quiera presentarse como algo que se deriva necesariamente de ella. Se trata, como ya hemos visto, de una ideología materialista.

Algunos científicos descubren en el universo conocido por la ciencia una dimensión última, más profunda y misteriosa, que se escapa a la ciencia misma. Esta dimensión responde al fundamento de la armonía y racionalidad presente en la naturaleza. Einstein, por ejemplo, proponía que este reconocimiento constituye un verdadero sentimiento religioso. Este sentimiento religioso está, para otros, ligado con el fundamento de la ética. Gould, que mantiene su postura agnóstica, reconoce el magisterio de la religión en el campo de los comportamientos humanos

30. S.W. HAWKING, *Historia del tiempo. Del big-bang a los agujeros negros*, Crítica, Barcelona 1988; N.H. FRANKENBERRY (ed.), *op. cit.*, cap. 17: «Stephen Hawking», pp. 392-411.

y en la búsqueda de un sentido a la vida. Esta postura se confunde a veces con una especie de deísmo, que acepta la existencia de un último fundamento de la realidad, pero que no actúa sobre ella, o con un cierto panteísmo en el que Dios se confunde con la naturaleza misma. Blaise Pascal no aceptaba para sí mismo esta postura cuando afirmaba que él creía en «el Dios de Abrahán, de Isaac y de Jacob, no en el Dios de los filósofos». Algunos niegan que estas posturas se puedan calificar de religiosas, pero ello significa no reconocer que existen diversas maneras y gradaciones en el sentimiento religioso y la acepción de la divinidad. En cuanto que esta postura no puede identificarse ni con el ateísmo ni con el agnosticismo, debe considerarse, de alguna manera, como religiosa en un sentido amplio del término.

Para el científico creyente, estas preguntas por el sentido de la existencia tienen una respuesta en otro ámbito del conocimiento que no es el científico y que está fundamentado en su fe. Muchos científicos no encuentran ninguna contradicción entre su trabajo científico y su fe religiosa encuadrada en una tradición religiosa, ya sea cristiana, judía o islámica, o en alguna de las tradiciones religiosas orientales, aunque a veces sus posturas pueden chocar con las de su comunidad religiosa. Para muchos científicos, la ciencia no es un obstáculo para su experiencia religiosa, sino que forma parte de ella. El trabajo científico de desentrañar las leyes de la naturaleza tiene para ellos un sentido más profundo de descubrimiento de la obra creadora de Dios. Ya vimos como Kepler, por ejemplo, sentía sus descubrimientos de las leyes que gobiernan el movimiento de los planetas como una iluminación divina. Para Pierre Teilhard de Chardin, jesuita y paleontólogo, el trabajo científico, que consiste en desarrollar por el conocimiento nuestra conciencia del mundo, se convierte en algo que puede llamarse una operación sacerdotal, ya que constituye una contribución al progreso del mundo, que está orientado finalmente hacia Dios³¹. En la contemplación del universo iluminado por la ciencia y la fe, el científico creyente encuentra una fuente de inspiración para su vida. Para él sigue siendo verdad el verso del salmista: «los cielos proclaman la gloria de Dios» (Sal 19).

31. P. TEILHARD DE CHARDIN, «La mystique de la science», en *Oeuvres*. 6 : *L'énergie humaine*, Éditions du Seuil, Paris 1962, p. 202.

11. Ciencia y ética

11.1. El problema ético

HEMOS mencionado que la ciencia puede considerarse como una actividad humana y una forma de conocimiento. En el primer caso, como toda actividad humana, puede uno preguntarse si su práctica se debe ajustar a las normativas de la ética, y en el segundo si sus conocimientos aportan algo a dichas normativas. Lo primero se aplica también, y con más motivo, a la técnica como aplicación práctica de la ciencia a las diversas necesidades humanas. Por otro lado, toda religión comporta determinadas normativas referidas a los comportamientos y tiene, por tanto, una dimensión ética. De esta forma, el problema ético es inevitable al tratar de las relaciones entre ciencia y religión. Ambas inciden en el campo de la ética, y esto puede producir roces y conflictos entre ellas.

En general, se puede definir como ética la consideración de las normativas o criterios por los que se pueden juzgar las acciones humanas como buenas o malas. La ética puede considerarse como práctica o como reflexión sobre la práctica. En el primer caso, contiene las normativas de las acciones; en el segundo, trata de la fundamentación de tales normativas. La palabra ética viene del término griego *ethos*, que significa originalmente «carácter» y «costumbre». Otro término que se emplea es «moral», derivado del latín *mos* (costumbre), que tiene prácticamente el mismo significado. Aunque a veces se distingue entre ética y moral, generalmente se pueden considerar como equivalentes. Se trata en ambos casos de dar respuesta a cierto tipo de preguntas: ¿cómo se debe vivir?; ¿debemos buscar sólo nuestra felicidad o tam-

bién la de los demás?; ¿qué hace que nuestras acciones sean buenas o malas?; ¿qué significa que somos responsables de lo que hacemos?... Éste es un tema muy extenso, por lo que aquí sólo podremos tratarlo de una forma muy resumida y en sus aspectos más generales¹.

Los animales actúan siguiendo sus instintos, y su comportamiento se rige de acuerdo con su código genético, su aprendizaje previo y los estímulos externos. En ellos no hay bien y mal, en el sentido que el hombre lo aprecia en sus acciones. Desde un punto de vista puramente descriptivo, el hombre experimenta con respecto a sus propias acciones un sentido de responsabilidad que le permite apreciar el bien y el mal. El bien, como lo que se debe hacer; y el mal, como lo que se debe evitar. El hombre distingue entre el «ser» y el «deber ser». El «deber ser» es una categoría distinta del «ser», que se refiere aquí a los actos humanos, en cuanto que unos deben ser promovidos, y otros evitados. Lo ético se puede entender, por tanto, como una dimensión de la existencia humana. El sentido del deber respecto de las propias actuaciones implica que el hombre experimenta la posibilidad de elección. Es decir, su actuación se experimenta como algo que no está totalmente determinado, y en ella puede inclinarse por una u otra opción. En el comportamiento animal, la respuesta frente a un estímulo viene determinada por mecanismos biológicos, mientras que en el hombre la respuesta no está del todo determinada y queda como en suspenso, en espera de una decisión. Un elemento básico en el proceso de decisión es la capacidad del hombre de prever el futuro de sus actos, de reconocer medios y fines y decidir responsablemente en función de ellos. En otras palabras, el hombre se experimenta a sí mismo, de alguna manera, como libre. Tiene conciencia del bien y del mal y de su libertad frente a ellos, de donde nace la responsabilidad de sus actos, fundamento de toda ética.

Hemos visto cómo el proceso de la evolución en el universo ha progresado en la dirección de una mayor complejidad. En ge-

1. A. FRIDOLIN UTZ, *Manual de ética*, Herder, Barcelona 1972; J.L. LÓPEZ ARANGUREN, *Ética*, Alianza, Madrid 1983; M. VIDAL, *La ética civil y la moral cristiana*, San Pablo, Madrid 1995.

neral, a mayor complejidad, tanto mayor es el grado de libertad de que gozan los sistemas en su comportamiento. Podemos decir de los animales que, a medida que se hacen más complejos en su estructura, sus comportamientos son menos deterministas. En los más evolucionados hay una cierta indeterminación de actuación, lo cual puede hacer que en ocasiones no sean predecibles. Sin embargo, en ellos el conjunto de factores previos a una acción determina ésta por completo. Es lo que a veces se denomina «determinismo causal». Si extendemos este determinismo a todo agente, incluido el hombre, no es posible hablar de libertad. El hombre tiene conciencia de su propia libertad de decisión, es decir, de poder actuar de una forma o de otra frente a los mismos estímulos y en las mismas circunstancias. En él, el conjunto de todos los factores previos a una acción no determina ésta del todo. El hombre tiene conciencia de no estar totalmente determinado, es decir, que es libre, aunque la libertad tampoco es siempre total y perfecta. ¿Corresponde esta experiencia a algo real o es una mera ilusión? Desde un punto de vista puramente fiscalista, es decir, si se admite que sólo se dan procesos físicos, no podemos escapar al determinismo causal. Como ya vimos en el capítulo 4 (§7), al hablar de la dimensión espiritual del hombre, la experiencia de su libertad indica que el análisis puramente fiscalista no puede explicar plenamente los comportamientos humanos. La libertad es el fundamento de la responsabilidad. El hombre es responsable de sus actos porque es libre. Si las actuaciones humanas están totalmente determinadas por los factores previos a ella, el hombre, dado un determinado conjunto de tales factores, sólo puede actuar de una forma. Si es así, ¿cómo se le puede pedir responsabilidad por haber actuado de una forma, si no podía hacerlo de otra? Sin libertad, por tanto, no se puede hablar de ética ni de ordenamiento jurídico que regule los comportamientos e imponga obligaciones. La ética presupone la libertad. Aunque hay diversos, y a veces muy numerosos, modos de determinar lo que se considera éticamente permisible o no, se puede descubrir un cierto consenso, y no se pone en duda la necesidad misma de la existencia de la ética. El hombre percibe que sus actos pueden ser buenos o malos, es decir, éticamente permisibles o no.

11.2. Fundamentos de la ética

Como hemos visto, ética y moral tratan sobre las guías y normas del comportamiento, es decir, sobre cómo sabe el hombre lo que es bueno o correcto y lo que es malo o incorrecto en sus acciones. Este tipo de consideración se refiere al deber ser y a la apreciación del bien y el mal y los valores. Dependiendo del fundamento sobre el que nos basemos en estas cuestiones, tendremos un tipo u otro de ética. En general, se pueden distinguir dos grandes grupos de éticas: las «deontológicas», en las que las acciones son buenas o malas en sí mismas, y las «teleológicas», en las que sólo son buenas o malas en función de sus consecuencias. Estos dos grupos se pueden también considerar como los dos extremos en una gama de posturas. En el primero, las éticas son objetivas, basadas en fundamentos conocidos por todos y con respecto a las cuales los actos son buenos o malos en sí mismos; en el segundo, las éticas son utilitaristas, basadas únicamente en las consecuencias positivas o negativas de las acciones. Las primeras pueden considerarse, además, realistas y formales, con principios que son válidos para todos; y las segundas, no realistas y materiales, ya que dependen en cada caso de la apreciación de las consecuencias de los actos. De una manera muy breve, expondremos ahora algunas de las principales corrientes éticas dentro de estos dos grandes grupos².

Entre las éticas que hemos llamado «deontológicas» se encuentran, en primer lugar, las que aceptan la existencia de una «ley natural», derivada del conocimiento que el hombre tiene de su propia naturaleza y en la que se encuentra el fundamento de lo que es bueno o malo. Este planteamiento lo encontramos ya en Aristóteles, en su famoso tratado *Ética a Nicómaco*. La ética cristiana asume este principio y añade la consideración de la naturaleza humana como creada por Dios y la referencia constante a la forma en que esta naturaleza se realiza en la persona de Jesucristo. En ella se establece la primacía del amor al prójimo, identificado con el amor a Dios. Una síntesis entre el pensamiento aristotélico y el cristiano la encontramos, sobre todo, en la obra de

2. M. CANTO-SPERBER, *Diccionario de ética y de filosofía moral*, Fondo de Cultura Económica, México 1991.

Tomás de Aquino. Dentro de esta categoría se pueden incluir también las éticas que siguen el pensamiento de Immanuel Kant, para quien el fundamento de la ética se encuentra en el carácter de «imperativo moral categórico» de los principios morales universalmente válidos. Para Kant, los principios impuestos por la conciencia moral están basados en la razón práctica, de forma que el bien debe ser hecho por sí mismo. El deber se aprehende como lo que liga la voluntad a una ley. Un ejemplo de norma universalmente válida es la de que la persona humana debe considerarse siempre como un fin en sí mismo, nunca como un simple medio. De alguna forma, también entrarían aquí las éticas basadas en el intuicionismo de George E. Moore, en las que se afirma que los juicios morales son evidentes en sí mismos. No son verificables, sino que nacen de intuiciones y se perciben como evidentes. De esta forma, las cualidades morales se convierten en «datos éticos» no reducibles a otros elementos.

Dentro del segundo grupo, que hemos llamado «de éticas teleológicas», se encuentra el utilitarismo pragmático, iniciado por Jeremy Bentham y John Stuart Mill, para el cual el juicio ético depende de las consecuencias prácticas de los comportamientos, no de éstos en sí mismos. El principio ético se puede formular del siguiente modo: se debe actuar de forma que se contribuya al máximo bienestar individual o colectivo para el mayor número de personas y con el menor daño para el menor número. Las acciones se consideran buenas o malas si aumentan o reducen la felicidad general. También se pueden incluir en esta categoría las éticas que ponen como principio el contrato social, que tienen su origen en el pensamiento de Jean-Jacques Rousseau. Según ellas, los principios éticos nacen de la voluntad general de la comunidad de asegurar su propia subsistencia, por lo que necesita establecer normas necesarias para organizarse socialmente. Proponen, además, que el bien general está por encima del individual, y los sistemas de normas se consideran necesarios para la convivencia. Lo que subyace a esta clase de éticas es el principio de evitar las consecuencias negativas, tanto particulares como colectivas, y fomentar las positivas. Las corrientes que insisten en las normas se suelen denominar «teorías normativas»; se apartan de alguna manera del utilitarismo y proponen que estas normas se derivan de unos derechos aceptados por todos.

Esta breve descripción de algunas de las principales corrientes sobre la fundamentación de la ética nos ayuda a comprender las dificultades que surgen en las discusiones sobre los problemas éticos y en los intentos de establecer unos principios éticos que sean aceptados por todos. Hemos presentado dos posiciones que podemos considerar extremas, entre las cuales caben muchas posturas intermedias. Una misma situación puede ser juzgada éticamente de distinta forma desde una u otra postura. Dependiendo de en qué corriente ética se sitúe cada cual, dará mayor importancia a unos elementos o a otros a la hora de enjuiciar moralmente una situación. Posturas más afines a éticas objetivas tenderán a aceptar el carácter universal de los principios morales, mientras que las cercanas al utilitarismo las harán depender de las consecuencias que se sigan en cada situación. También hay que tener en cuenta el peso cultural que influye en los juicios éticos. Ante esta problemática, no queda más remedio que aceptar un cierto pluralismo ético, lo que implica una dificultad innata en el debate ético. Como una solución a este problema, algunos proponen lo que denominan el «mínimo ético», que incluiría únicamente aquellos preceptos que pueden considerarse aceptables por una gran mayoría. En la práctica, llegar a establecer los contenidos de este mínimo ético resulta también problemático. Estas consideraciones, que hemos expuesto aquí de una manera muy breve, influyen en el modo en que van a tratarse los problemas éticos que se susciten en la práctica de la ciencia. Es muy común hablar de los problemas éticos de la ciencia sin especificar desde qué tipo de ética se están enjuiciando, lo cual puede ocasionar una cierta confusión. Se da por supuesto, al hablar de la ética de la ciencia, que todos entendemos de la misma manera los fundamentos en que se basan los juicios éticos, lo cual es, cuando menos, problemático. Aquí adoptamos una postura deontológica, desde la que trataremos sólo los aspectos más generales de los problemas éticos que surgen en la práctica de la ciencia, sin entrar en problemas concretos.

11.3. Relación entre ciencia y ética

Una postura admitida por muchos es la de una pretendida neutralidad ética de la ciencia; dicho con otras palabras: que la ciencia estaría libre de valores. Esta postura, muy generalizada hasta mediados del siglo pasado, es hoy muy seriamente contestada. Se puede considerar como parte de la ideología del cientifismo optimista de épocas pasadas, que no puede defenderse hoy. La complejidad de la práctica científica, abierta hoy a comportamientos perjudiciales para el hombre, el ambiente y la ciencia misma, y la incidencia de los resultados científicos sobre la vida del hombre, desde las armas nucleares hasta la ingeniería genética, así como el mismo impacto de la ciencia en las estructuras mentales del hombre y en las formas de organización social, suscitan una preocupación cada vez mayor entre científicos y no científicos acerca del problema ético de la ciencia. La ciencia es una de las muchas actividades humanas y, como tal, se ve afectada por el influjo de los valores que, explícita o implícitamente, están presentes en los miembros de la comunidad científica. No podemos, por tanto, sostener que la ciencia está libre de valoraciones y que su práctica pueda sustraerse a los principios morales que deben gobernar todas las acciones humanas³. Más aún, su misma práctica exige que ella misma sea percibida como un bien, lo cual ya es en sí mismo una valoración ética. Esta consideración constituye el presupuesto ético de la ciencia, del que ya hablamos en el capítulo 2. En la base de su práctica está el reconocimiento del valor intrínseco del conocimiento. La existencia misma de la ciencia exige como presupuesto el juicio ético de que el conocimiento científico es en sí mismo un bien. Dicho juicio lleva a asumir una responsabilidad sobre la adquisición y transmisión del conocimiento científico que afecta a la práctica de la ciencia. Este tema está tratado con amplitud por Artigas, que examina los valores científicos y los divide en epistémicos, pragmáticos e institucionales

3. E. AGAZZI, *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Tecnos, Madrid 1996; A. UDIAS, «Ciencia y ética», en *Los fundamentos de la ética en la actividad científica*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid 1983; W.A.R. LEYS, «The Scientist's Code of Ethics»: *Physics Today* (marzo 1952), 10-15.

desarrolla detenidamente su función en el progreso de la ciencia. Por otro lado, la ciencia se lleva a cabo como parte del desarrollo de la sociedad en su conjunto, dentro del fenómeno global de la cultura, produciéndose una interacción continua entre ella y otras actividades humanas, como el arte, la política, la religión o la economía. Esta interacción se pone de manifiesto especialmente en las valoraciones que determinan los comportamientos de cada una de estas actividades.

El tema de la relación entre ciencia y ética es extensísimo, por lo que aquí solo podemos introducirnos en él presentando algunas de sus líneas básicas. Una consideración previa consiste en distinguir entre, por un lado, la valoración ética de la práctica y los resultados de la ciencia y, por otro, la responsabilidad del científico respecto de su trabajo. Ambas cosas, naturalmente, están íntimamente relacionadas, ya que el científico es responsable de su trabajo, precisamente debido a la valoración ética a la que éste se halla sujeto. Se trata, en primer lugar, de una responsabilidad ética sobre la forma en que el científico realiza su trabajo y, en segundo lugar, de las consecuencias que de él se siguen. Ante todo, trataremos del problema ético interno, o normativas del quehacer científico en sí mismo: lo que llamaremos la «ética interna de la ciencia», para pasar a continuación a los problemas que de esta actividad se siguen en el contexto de la sociedad humana, o «ética externa». Un tópico adicional muy importante es examinar como influye la ciencia misma en las valoraciones éticas generales y si puede ser considerada de alguna manera como fundamento de la ética.

11.4. Ética interna de la ciencia

Podemos empezar por plantearnos el comportamiento ético dentro de la práctica misma de la ciencia y si puede ella misma suministrarse los principios de su comportamiento ético, o bien si es necesario que acepte valoraciones que basadas en otros ámbitos del conocer humano. Estas consideraciones podemos denominarlas, como ya se ha indicado, la «ética interna de la ciencia». Con respecto a ella, algunos principios pueden ser los siguientes: El científico debe buscar siempre lo que considera válido, sin de-

jar nunca de buscar; esto se refiere a la honradez en su trabajo, que se ha de regir por una búsqueda última de la verdad y, en conclusión, sólo debe publicar lo que honradamente considere válido. El engaño y la falsificación constituyen el mayor crimen en el trabajo científico. Otros principios más concretos pueden ser; la no apropiación del trabajo que no es propio; el reconocimiento del trabajo hecho por otros; y la presentación honrada del trabajo propio. Éstos son tan sólo algunos ejemplos de los valores que deben regir el trabajo científico y en los que se apoya la confianza que la sociedad pone en la comunidad científica. En consecuencia, la propia promoción y la adquisición de poder, ya sea académico, político o económico, no pueden constituir fines del trabajo científico. La presión actual por publicar resultados, de la que depende la promoción en la carrera científica, está creando actualmente prácticas de dudoso carácter ético. El comportamiento de los responsables de proyectos de investigación en relación con sus subordinados es también una fuente importante de problemas éticos. Algunos de ellos pueden ser: reconocer su trabajo y no apropiárselo; no tratarlos como mano de obra barata; y promocionar su carrera científica.

Algunos autores sostienen que la ciencia misma se proporciona sus propios principios éticos. Jacques Monod, por ejemplo, reconoce la necesidad de un fundamento ético subyacente a la práctica misma de la actividad científica, pero afirma que dicho fundamento parte de la propia ciencia y, según él, consiste en el «postulado de la objetividad». Para Monod «es evidente que plantear el postulado de la objetividad como condición del conocimiento verdadero constituye una elección ética y no un juicio de conocimiento, ya que, según el mismo postulado, no podría haber conocimiento verdadero con anterioridad a esta elección arbitraria»⁴. La objetividad misma de la ciencia, de acuerdo con Monod, se establece por medio de un juicio ético que, a la vez, establece el mismo conocimiento objetivo como único valor normativo. Reconoce así la necesidad de un fundamento ético para la ciencia; pero ese fundamento ético es precisamente el conocimiento objetivo, que es el propio conocimiento científico. Por

4. J. MONOD, *El azar y la necesidad*, Barral, Barcelona 1970, p. 189.

tanto, la ciencia tiene en sí misma el fundamento de su propia ética. La ciencia se suministraría sus propios principios éticos, con lo que tendríamos una «ética interna» propia de la ciencia. Más adelante veremos cómo para él el conocimiento objetivo obtenido a través de la ciencia es el único fundamento de toda ética, tanto para la práctica de la ciencia y las consecuencias de sus resultados como para todo comportamiento humano. Ya vimos en el capítulo 2 la complejidad del problema epistemológico de la objetividad del conocimiento científico. Asignar, sin más, el calificativo «objetivo» al conocimiento científico y fundamentar sobre él una ética interna de la ciencia significa ignorar la dificultad de establecer dicha objetividad. La problemática de la función de las teorías científicas y su desarrollo histórico no permite asignar una objetividad absoluta al conocimiento científico. Sin esta objetividad, el argumento de Monod, para basar sobre el conocimiento científico el fundamento de la ética de la ciencia queda seriamente cuestionado. Además, por los ejemplos que hemos dado, hemos visto que la práctica de la ciencia implica otras muchas actividades, además de las directamente relacionadas con el conocimiento científico.

Para Jacob Bronowski existe también una ética interna de la ciencia que nace de su propia actividad. Establece este autor lo que él llama el «axioma social» que hace posible el progreso de la ciencia, y que formula como: «debemos actuar de modo que lo que es verdadero pueda verificarse que lo es»⁵. La inclusión de la palabra «debemos» nos está indicando que se trata de una normativa, es decir, que se sitúa en el campo de la ética, y una ética interna de la ciencia misma. La justificación de esta normativa está en la supervivencia misma de la ciencia. Es decir, sin esta libertad para la verificación de las afirmaciones científicas, y sin la honradez en su transmisión, la búsqueda de la verdad y la ciencia no serían posibles. Las condiciones necesarias para la posibilidad de la ciencia aparecen aquí como la base de las exigencias éticas que rigen su práctica. Bronowski concluye que la comunidad científica es en sí, por la fuerza de su misma práctica, una co-

5. J. BRONOWSKY, *Science and Human Values*, Harper and Row, New York 1956, pp. 58-63.

munidad democrática en la que nada puede imponerse por la fuerza de la autoridad. Estas ideas ponen de relieve la necesidad de una ética para la posibilidad misma de la ciencia, pero no demuestran que sea la ciencia la que se proporcione a sí misma esos principios. Libertad y honradez en la práctica de la ciencia son principios totalmente necesarios, pero se deducen de los principios éticos que rigen toda actividad humana, no de la ciencia misma. Nos encontramos de nuevo con los presupuestos éticos de la práctica científica, pero no podemos decir que los principios presentes en ellos se los proporcione la ciencia a sí misma. En efecto, de ninguna de las ciencias se pueden deducir dichos principios.

Otro punto de vista del problema de la ética de la ciencia es el derivado de los estudios sociológicos de Robert K. Merton⁶. Su punto de partida es la perspectiva del sociólogo que estudia los comportamientos de la comunidad científica como una institución social que, al igual que toda institución humana, tiene una serie de normativas implícitamente aceptadas por sus miembros. Estas normativas forman en su conjunto un «ethos», término que Merton usa con preferencia al de «ética». Este «ethos» forma una ética interna de la ciencia y está basado en la aceptación de una serie de valores, a los que siguen unos imperativos institucionales. Estos valores se reducen fundamentalmente a cuatro capítulos, que explicamos brevemente⁷:

- *Universalismo de la ciencia*: la ciencia se basa en criterios impersonales establecidos para todos, sobre los que se apoya su pretensión de objetividad y verdad, y se opone a personalismos, nacionalismos, clasismos, etc.
- *Comunismo*: el conocimiento científico es una propiedad común y se opone a su privatización.
- *Desinterés*: a nivel institucional esto exige la no manipulación de la ciencia para otros fines distintos de los propios fines científicos, y se opone a los fraudes interesados.

6. R.K. MERTON, *La sociología de la ciencia*, Alianza, Madrid 1977.

7. R.K. MERTON, «La estructura normativa de la ciencia», en *op. cit.*, pp. 355-368.

- *Escepticismo organizado*: se opone sistemáticamente a la aceptación acrítica de creencias e ideologías que afecten al contenido científico; la ciencia como institución somete a criterios empíricos y análisis lógicos las afirmaciones que han de pasar a engrosar su acervo.

A este conjunto de principios del «ethos» de la ciencia corresponde, en el modelo mertoniano, un sistema institucional de recompensas que completa la estructura y la dinámica social de la comunidad científica. El sistema de recompensas puede crear tensiones y conflictos entre los diversos imperativos de las normativas científicas, lo que da como resultado una profunda ambivalencia, debido a la cual los científicos adoptan a veces actitudes contrarias a las que se supone han adquirido y a las que espera de él la institución científica⁸.

En su análisis sociológico, Merton encuentra que la práctica de la ciencia implica la aceptación de estos valores que hemos mencionado y que van en beneficio mismo de la ciencia; pero la presencia de lo que él llama la «ambivalencia de los científicos» nos descubre que estos valores, que podemos llamar positivos, no son los únicos presentes. Como él mismo hace notar, el contraste, a menudo penoso, entre la conducta real de los científicos y la que idealmente se les prescribe ha llevado a comportamientos nada recomendables y a disputas entre ellos. Hay que añadir que a los valores que vienen de las normativas de la comunidad científica se unen otros, como el reconocimiento social y la prioridad en los descubrimientos, que también influyen sobre las actuaciones de los científicos, a veces de forma negativa. Los puntos de vista anteriores suponen una pretendida independencia de otros valores que no sean los que ella misma se proporciona, derivados de sí misma, en el comportamiento de la comunidad científica, por lo menos en cuanto al desarrollo mismo de la ciencia. Las únicas valoraciones que se admiten son, por tanto, las que se basan en su misma estructura o las que hacen posible dicha estructura. Sin embargo, la aceptación por Merton de la am-

8. R.K. MERTON, «La ambivalencia de los científicos», en *op. cit.*, pp. 491-553.

bivalencia de los científicos está apuntando a otros valores que pueden entrar en conflicto con los anteriores. Es fácil ver la debilidad de esta postura, y la práctica nos recuerda que la actividad científica está sometida a los planteamientos éticos presentes en toda actividad humana y tiene necesidad de ellos.

Es cada vez más patente que, en la misma práctica científica, las normas éticas del comportamiento deben ser respetadas. Entre los científicos, han sido los físicos quienes más a menudo han negado que la conducta no ética sea en este campo de la ciencia un verdadero problema. Sin embargo, se han alzado muchas voces para reconocer que esta postura debe ser abandonada⁹. El comportamiento ético no pertenece sólo a las ciencias aplicadas o a la tecnología, sino a toda actividad científica, incluso a aquellas, como la física, que se consideran más alejadas de los planteamientos éticos. En efecto, hoy se admite que existen muchos problemas en la práctica de la ciencia que deben reconocerse como comportamientos no éticos. Algunos ejemplos son los de autorías no justas, con la inclusión como autores de quienes no han participado en el trabajo; el uso de resultados de subordinados sin mencionar su origen; el plagiarismo; el ignorar los trabajos de otros; el aprovecharse de información obtenida en la revisión de trabajos ajenos; etc. Algunos casos recientes y que han tenido una gran resonancia en los medios de comunicación, como el del biólogo coreano Hwang, en 2005, con sus experimentos sobre células madre, han mostrado que la falsificación de datos y el fraude tampoco están del todo ausentes en la práctica científica. El mismo año hubo otro caso de falsificación de datos, menos conocido, por parte del médico noruego John Sudbo en investigaciones sobre el cáncer. Estos casos, aunque extremos y raros, demuestran que el comportamiento ético es necesario en la práctica de la ciencia, y que la ciencia por sí sola no se proporciona sus propios principios. Hay que reconocer también que la comunidad científica termina siempre descubriendo y sancionando estas prácticas fraudulentas, que afectan a los contenidos mismos de la

9. K. KIRBY y F.A. HOULE, «Ethics and the Welfare of the Physics Profession»: *Physics Today* 57/11 (2004), 42-46.

ciencia. Otros comportamientos no éticos en la práctica de la ciencia y que no repercuten en sus contenidos, pero que sí afectan a las personas, son muchas veces pasados por alto.

11.5. Ética externa. Ciencia y valores humanos

Hemos visto que la ética interna de la ciencia, es decir, la ética que regula la práctica misma de la ciencia y sin la que ésta no puede existir, no puede deducirse de la misma ciencia, sino que es consecuencia de los principios éticos generales. La ciencia es parte de la actividad humana y cae bajo sus normas. El engaño y la falsedad no están sancionados por ninguna ley científica, pero su presencia en la práctica de la ciencia la arruinaría. Como hemos repetido ya varias veces, sin presupuestos éticos la misma ciencia no es posible. Pasemos ahora al problema de lo que podemos llamar la «ética externa», es decir, la ética que tiene que ver con los resultados de la ciencia. Se trata ahora, por lo tanto, de la ética que afecta al uso de los resultados de la ciencia. La responsabilidad con respecto a los resultados del trabajo científico abre una amplia gama de consideraciones. Se puede hablar en este contexto de una ética personal de cada científico, y también de una responsabilidad colectiva de la comunidad científica¹⁰. Esta responsabilidad personal y colectiva supone que han de tenerse siempre presentes las posibles consecuencias que se derivan del trabajo científico. Hoy esto adquiere una mayor importancia, debido al papel primordial que ha adquirido la ciencia en el desarrollo material y crítico de nuestra sociedad. Esta responsabilidad no puede excluirse nunca y se extiende a todo trabajo científico, aunque en sí mismo se considere alejado de toda aplicación práctica. Aunque hoy los proyectos científicos incluyen a un gran número de investigadores y técnicos, ello no exime de la responsabilidad que a cada uno de ellos le compete. El investigador no puede ampararse en la colectividad para desentenderse de su propia responsabilidad. Esta responsabilidad obliga a cada uno y a la colec-

10. G. FOUREZ y J.P. PONCELET, «La responsabilité sociale des scientifiques»: *Revue des Questions Scientifiques* 161 (1990), 59-96.

tividad a hacer todo lo posible para que los resultados del trabajo científico se empleen exclusivamente en bien del hombre y de la sociedad.

Esta responsabilidad puede exigir, en ocasiones, tomar decisiones que impliquen graves consecuencias personales, pero que no pueden ser eludidas.

A veces, estas consideraciones se aceptan más fácilmente que las anteriores, ya que se ve más claramente que las aplicaciones de la ciencia entran en el campo de la ética, pero no así la ciencia misma. Suele aducirse aquí la separación entre ciencia pura y ciencia aplicada, dejando los problemas éticos únicamente para la segunda. Más aún, habitualmente se ha admitido que la ética es un problema para los ingenieros, no para los científicos, o bien para algunas ramas de la ciencia, como la biología, para la que se ha desarrollado la bioética como una rama especializada de la ética. Aquí estamos interesados en el problema más general, para el que debemos superar esta división entre lo teórico y lo aplicado, ya que toda ciencia tiene implicaciones en el bienestar del hombre y de la sociedad y debe someterse a los valores humanos. Podemos adelantar ya, como principio general, el que establece que la ciencia sólo se use para el bien del hombre. De este principio se sigue la consecuencia práctica de que no todo lo que científicamente puede hacerse haya que hacerlo. Esto puede sonar extraño hoy, cuando hemos puesto a la ciencia sobre un pedestal intocable que no admite ninguna interferencia externa. Hay que añadir, en la aplicación de este principio, la ambivalencia intrínseca de muchas aplicaciones de la ciencia. Lo que puede utilizarse para bien del hombre puede también emplearse para fines egoístas que ponen los intereses particulares de un grupo o de una nación por encima de los intereses generales de la humanidad. Es el caso, por ejemplo, del empleo de enormes recursos en el desarrollo de armas cada vez más sofisticadas para asegurar la hegemonía política de un país, cosa que difícilmente puede ser éticamente justificada. Otro elemento a tener en cuenta es el de las consecuencias de desarrollos y aplicaciones científicas y técnicas a medio y largo plazo, que a veces no son del todo previsibles. Muchos problemas con relación al medio ambiente, que veremos más adelante, han surgido de este tipo de consecuencias fruto de unas prácticas en las que han primado los intereses inmediatos

por encima de las consideraciones de futuro. Pensemos, por ejemplo, en el desarrollo de las armas nucleares y el peligro actual de su proliferación en manos de gobiernos no siempre responsables. Una vez que han tenido lugar las consecuencias no deseadas, ya no hay tiempo para tomar unas medidas que deberían haberse previsto. El científico tiene que estar alerta para prever las consecuencias no deseables de su trabajo y ponerles remedio antes de que sucedan.

Un aspecto importante de la ética de la ciencia es el que se deduce de la influencia actual de la ciencia en la vida humana. Hoy a nadie le cabe duda de que el influjo de la ciencia en la configuración de la vida es cada vez más patente. La vida del hombre moderno, desde que se levanta hasta que se acuesta, está condicionada por la ciencia y la tecnología, cuyas consecuencias son cada vez más profundas. En general, estos adelantos tecnológicos redundan en beneficio de las personas, pero también encierran sus peligros. No se trata de disponer cada vez de más instrumentos para toda clase de necesidades de la vida cotidiana, sino del peligro de vivir, en muchos aspectos, una vida programada en función de ellos. Con toda verdad se puede decir que se ha llegado ya, en cierta manera, a sustituir el mundo natural por un mundo artificial, de forma que la línea entre lo natural y lo artificial ha quedado prácticamente borrada. Poco a poco, se ha ido creando un auténtico sucedáneo de la realidad en el que se desarrolla la vida cotidiana, lo cual no tiene nada de positivo. En este aspecto hay que tener en cuenta lo que hoy se llama la «realidad virtual», creada a través del complejo mundo de la informática, que ha llegado ya a ser parte de nuestro mundo. Con ella se trata de crear verdaderos sucedáneos de lo real cuya influencia en la vida aún no conocemos debidamente. Este influjo de la ciencia no se queda en lo meramente externo, sino que configura también, en el nivel del conocimiento, la imagen que el hombre de hoy tiene del universo, de sí mismo y de la sociedad en la que vive. La ciencia ha creado una verdadera visión de las cosas, o filosofía de la vida, que, reforzada por los logros de la tecnología, lleva consigo implícitos los calificativos de «objetiva» y «verdadera». Lo que a nivel filosófico consagró el positivismo a comienzos del siglo XX, erigiendo a la ciencia como el único conocimiento válido, se da hoy además a nivel popular, con la aceptación de todos los

puntos de vista que son presentados como científicos. El progreso tecnológico ha conferido a la ciencia, en efecto, un enorme prestigio social que hace que sus puntos de vista, con respecto a toda clase de problemáticas, sean aceptados incondicionalmente. No es extraño, por tanto, ver cómo el prestigio científico sirve de plataforma para apoyar o refutar posturas sociales humanistas, políticas o religiosas. En el ámbito de la política, esto es especialmente grave cuando, para determinadas decisiones políticas, se buscan justificaciones científicas que en muchos casos no existen, pero que el público acepta sin discusión, debido a la autoridad casi mítica que lo científico ha llegado a tener. En este aspecto, es interesante la figura del consejero científico, que en muchos gobiernos se puede asemejar hoy a la de aquellos obispos que, en las cortes medievales, justificaban teológicamente las decisiones de los reyes.

Otro influjo de la ciencia en la sociedad es el que se deduce del hecho de que la ciencia y la técnica son fuentes de poder. El desarrollo científico-técnico ha ido desplazando su centro de gravedad, del conocimiento, al dominio de la naturaleza y a las aplicaciones en todos los campos. Aunque el conocimiento mismo ya es fuente de poder, el ejercicio de este dominio de la naturaleza crea una fuente más clara de poder, tanto político como económico. La relación ciencia-poder, que de algún modo ha existido siempre, se ha ido agudizando más y más en los últimos años. El fenómeno de la industrialización de la ciencia y la dependencia del poder político y económico para su financiación han aliado en la práctica, cada vez más, con las fuentes de poder. Esta alianza con el poder afecta también, de alguna manera, a los científicos mismos, que a través de la posición de prestigio social que les proporcionan sus investigaciones, muchas veces, como sucede en otros ámbitos de la sociedad, se ven embarcados en una carrera por el poder. De una manera muy gráfica lo expone Brian Easlea, quien se pregunta hasta qué punto no han hecho los científicos un pacto con el diablo en su búsqueda de poder y prestigio¹¹. Resulta muy peligrosa la aceptación del principio de

11. B. EASLEA, *La liberación social y los objetivos de la ciencia*, Siglo XXI, Madrid 1981, p. 359.

que todo lo que es técnicamente posible y económicamente rentable debe finalmente llevarse a cabo, sobre todo cuando, detrás de su realización, están las manos de quienes detentan el poder político o industrial. Estas relaciones entre ciencia y poder abren un ámbito importante de consideraciones éticas que tienen consecuencias en muchos aspectos de la vida humana y de la relación entre los pueblos. En la práctica, los pueblos que poseen las llaves de la ciencia y la tecnología son los pueblos más influyentes, tanto política como económicamente, y corren el peligro de volverse dominadores y agresivos. A esta situación responde, como reacción, una conciencia de que la ciencia ha dejado de ser un vehículo de liberación para el hombre y se ha convertido en un factor más dentro de los mecanismos del control del poder, y que la práctica de la ciencia es, cada vez con más frecuencia, manipulada por intereses extra-científicos. Al mismo tiempo, muchas veces, se pretende que esos intereses sean justificados por la ciencia misma. Podemos estar llegando a una sociedad en la que quienes gobiernan se justifican porque tienen el refrendo de los técnicos y científicos, los cuales, a su vez, se justifican porque se remiten al tribunal inapelable del conocimiento científico. De esta forma, alguien ha dicho con cierto humor que, más allá de la autoridad de la ciencia, ya no hay santo al que encomendarse.

El hecho incontestable de que la ciencia y la tecnología son fuentes de poder crea un serio problema ético al que los científicos no pueden ser ajenos. Aunque no sean del todo conscientes de ello, ellos mismos pueden ser instrumentos activos de un proceso que convierte a unos pueblos en dominadores, y a otros en dominados. Es un hecho que actualmente los países generadores de nuevas tecnologías son muy pocos, y esto conlleva una hegemonía política y económica, acentuando la dependencia de unos países respecto de otros. Al mismo tiempo, la ciencia y la técnica son también factores de globalización que no siempre respetan las culturas de las minorías, tendiendo muchas veces a generar más riqueza en los países desarrollados en detrimento de los países más pobres, y aumentando de esta forma los desequilibrios ya existentes. A menudo, la ciencia acaba vinculándose con el poder político y económico y colaborando en los procesos que convierten a unos pueblos en dominadores de otros.

Un representante de un país pobre describe la situación de la manera siguiente: «La ciencia y la tecnología son poder. Poder para bien y para mal. La naciones pobres lo son sólo en tecnología, no en cultura, y no les queda otra alternativa que buscar el poder que la tecnología les conferirá»¹². Esta problemática exige nuevos planteamientos de la responsabilidad del científico que superen las consideraciones de la comunidad científica y de la nación en la que trabajan, para extenderse a las necesidades e intereses de toda la humanidad. Todo planteamiento que no parta de la consideración del bien de todos los hombres y de todos los pueblos acabará no siendo más que una justificación velada de intereses particulares que seguirá fomentando situaciones injustas.

11.6. Fundamentos científicos de la ética

Al hablar de la ética interna de la ciencia se discutieron algunos criterios que, partiendo de la ciencia, podían servir de normativa a su misma práctica. Ahora daremos un paso más para ver si, a partir de la ciencia, es posible encontrar un fundamento para la ética de toda la actividad humana. Lo que nos preguntamos es si, dado el influjo de la ciencia en la vida del hombre y los problemas que se derivan de ello, es posible que la ciencia misma aporte los principios sobre los que podamos fundamentar la ética que rige todos los comportamientos del hombre.

El más extendido y conocido de los intentos en este sentido es el que se ha denominado «ética evolucionista». Este intento de fundamentar la ética de esta forma nace a raíz del desarrollo de la teoría de la evolución y extiende los principios de esta teoría a todos los comportamientos del hombre. Como ya vimos, esta tendencia se encuentra ya en algunos de los primeros seguidores de Darwin, tales como Spencer, el primer exponente del «darwinismo social». En su forma más radical, este pensamiento es una consecuencia del reduccionismo biológico y puede encontrarse

12. B.C.E. Nwosu, «Just Distribution Between Rich and Poor Nations», en P. ABRECHT (ed.), *Faith and Science in an Unjust World*, World Council of Churches, Genève 1980, pp. 330-334.

en los exponentes de la sociobiología propuesta por Edward Wilson, quien llega a afirmar que ha llegado la hora en que la ética debe serle arrebatada a los filósofos y entregada a los biólogos. Wilson y Michael Ruse resumen su postura de la siguiente forma: «La moralidad o, más estrictamente, nuestra fe en la moralidad es tan sólo una adaptación puesta en su lugar para fomentar nuestros fines reproductivos. Por lo tanto, la base de la ética no está en la voluntad de Dios ni en las raíces metafóricas de la evolución ni en ninguna otra parte de la estructura del universo. En un sentido importante, la ética, tal como la entendemos, es una ilusión urdida por nuestros genes para hacernos cooperar...; es la manera en que nuestra biología fuerza sus fines, haciéndonos pensar que hay un código objetivo más elevado al que estamos sujetos»¹³. Se puede concluir que para estos autores nuestra moralidad es una ilusión colectiva de la humanidad, puesta por nuestra biología para hacernos buenos animales cooperadores y sociales. En realidad, desde este punto de vista, los individuos están obligados a promover su propio interés, ya que ello les proporciona una ventaja en la lucha por la supervivencia. Llevándolo a sus últimas consecuencias, se podría decir que toda acción está determinada por el principio de la supervivencia del mejor dotado, que resulta lo mejor para la especie, aunque pueda ser cruel con los individuos.

Dado que esta corriente reduce el comportamiento humano a los mecanismos de la evolución biológica, negando con ello toda libertad en las acciones humanas, llamarlo «ética» es, cuando menos, engañoso. En realidad, la ética evolucionista constituye la negación de lo que entendemos por «ética», ya que considera los comportamientos humanos como completamente determinados por los mecanismos de la evolución biológica. Tal como lo expone Jean Ladrière, si se escoge como norma única de acción el asegurar de modo óptimo el funcionamiento de las leyes evolutivas, no se haría justicia a las exigencias profundas de la voluntad libre, y constituiría una profunda alienación de la misma esencia éti-

13. M. RUSE y E.O. WILSON, «The Approach of Sociobiology: The Evolution of Ethics», en J.E. HUTCHINSON (ed.), *Religion and the Natural Sciences*, Harcourt Brace and Jovanich, New York 1993, pp. 308-311.

ca¹⁴. Ya Huxley, el acérrimo defensor de Darwin, había deplorado el «sabor ético» que algunos habían dado a la supervivencia del mejor dotado, y había afirmado que el progreso ético de la sociedad no podía depender de que imitara la evolución¹⁵. Como decíamos más arriba, la base de toda ética está en la libertad del hombre. Si el hombre se ve determinado totalmente en sus actuaciones por los mecanismos biológicos, no podemos hablar de ética; no tiene sentido, entonces, hablar de normativas. No puede haber un «deber ser» en los actos humanos, sino tan sólo un «ser»; esto es, los actos son los que son, determinados por la estructura genética, las condiciones del medio y los estímulos inmediatos. Tampoco hay razón alguna para quedarnos en esta reducción al nivel de lo biológico y acabar en un fisicalismo absoluto, en el que todos los comportamientos humanos estarían finalmente regulados por las leyes de las interacciones físicas. No negamos que los mecanismos evolutivos influyan en los comportamientos humanos; pero tampoco podemos admitir que los determinen por completo, de forma que el hombre no tenga ninguna libertad en sus actuaciones.

Otro enfoque del problema ético es el que ya vimos que aplicaba Monod a la práctica científica, extendido ahora a todo comportamiento humano. En él, el fundamento de la ética estaría en la naturaleza conocida por la ciencia, renunciando así a lo que él mismo denomina «espiritualismos» y «animismos»¹⁶. Aunque no cabe duda, como veremos más adelante, de que el conocimiento científico influye en las valoraciones éticas, no puede constituir su fundamento. Por otra parte, las ciencias proporcionan un conocimiento en el nivel del «ser», y de él no se sigue necesariamente el «deber ser». Como ya indicamos más arriba, su postura se basa, además, en el postulado de la objetividad del conocimiento científico, que, como ya vimos, es más que problemático (ver cap. 2). Siguiendo su pensamiento, no podemos menos que caer también aquí en un reduccionismo y fisicalismo, con la negación de toda finalidad y libertad en las acciones humanas, reduciendo éstas, en

14. J. LADRIÈRE, *El reto de la racionalidad*, Sígueme, Madrid 1977, p. 134.

15. T.H. HUXLEY, *Evolution and Ethics and Other Essays*, Appleton, New York 1914, p. 80.

16. J. MONOD, *op. cit.*, p. 186.

el fondo, al nivel de los mecanismos biológicos y, finalmente, de las interacciones físicas. Al proponer ese fundamento, estamos también negando en realidad la posibilidad misma de la ética¹⁷.

Otra línea de pensamiento ético, que, si bien no se fundamenta totalmente en el conocimiento científico, sí se deriva de la práctica de la ciencia y de la tecnología, es cierto tipo de utilitarismo pragmático para el que el valor supremo lo constituye la eficiencia. De alguna manera, se puede relacionar con la ética evolucionista, ya que identifica la línea del progreso científico-técnico con la de la evolución en el nivel humano. Este tipo de ética se puede encontrar en lo que se ha llamado la «ideología del experto», cuyos valores de eficiencia y competencia encarnan el científico y el técnico. Aunque se pretende con ellos buscar el bienestar humano, estos valores sirven muchas veces para ocultar la opresión y explotación detrás de unas pretendidas necesidades técnicas y científicas. Una vez extendida esta ideología, el científico se convierte en el experto indiscutible en cualquier tema, aunque no tenga que ver exactamente con su especialidad. En la práctica, el científico se convierte en una autoridad absoluta, al ser considerado como portador de una verdad objetiva, demostrada científicamente y presentada como políticamente neutra. La alta valoración social de la eficiencia científica se puede apreciar en el peso social y político que se da hoy a manifiestos firmados por científicos, sea cual sea el tema que defiendan. No existe hoy mejor respaldo a una propuesta social o política que la de ser avalada por unos cuantos nombres de premios Nobel, aunque no tengan nada que ver con el tema. Detrás de esta mentalidad está la extendida idea del progreso impulsado por la ciencia y la tecnología. Sin embargo, no queda claro quién define lo que constituye realmente el «progreso». Si es la ciencia misma, nos exponemos a caer en un círculo vicioso en nuestro razonamiento. La ciencia conduce al progreso, que es definido por ella misma. No es difícil ver cómo estas tendencias, llevadas a sus últimas consecuencias, pueden conducir a un tipo de sociedad deshumanizada en la que prime el dominio del más fuerte y más desarrollado,

17. J. LADRIÈRE, «Approche philosophique de la problématique bioéthique»: *Revue des Questions Scientifiques* 152 (1981), 353-383.

con la consiguiente opresión del más débil. De esta forma se pone en peligro el fundamento mismo de la sociedad y su estabilidad. Algunos ensayos de gobiernos totalitarios, en los que esta mentalidad ha ocupado una posición preeminente, han producido resultados catastróficos que todos lamentamos y que no quisiéramos ver repetidos.

En conclusión, a pesar de la indudable influencia de la ciencia y la tecnología en los planteamientos éticos, de la que se hablará a continuación, no se puede poner en ellas su fundamento sin poner en peligro su propia esencia. A pesar de los intentos que se han hecho, la ciencia no puede ofrecer a partir de sí misma el fundamento para el comportamiento ético del hombre. La ciencia se sitúa en el nivel de los hechos y trata de explicar su comportamiento, mientras que la ética trata fundamentalmente de deberes y valores. Por su metodología, aquélla trata tan sólo de los aspectos de alguna manera cuantificables de la realidad, para explicar su funcionamiento. La ética, por su parte, tiene que ver con otros aspectos de la realidad que, de hecho, son más importantes en la vida humana, como son las relaciones personales, la búsqueda de la felicidad, la creatividad, la libertad y el sentido de la trascendencia, que no pueden ser adecuadamente tratados sólo desde la ciencia. O admitimos que finalmente todos los aspectos complejos de la vida humana son reducibles a relaciones materiales cuantificables, o tendremos que abandonar la pretensión de fundamentar en las ciencias el comportamiento ético.

11.7. Ciencia, gobierno e industria

Aunque ya se ha mencionado la influencia que sobre la práctica de la ciencia tienen determinados elementos ajenos a ella, vamos a volver de nuevo sobre este problema y a relacionarlo con las consecuencias éticas que puede tener. En su análisis sobre la ciencia, que ya hemos citado anteriormente, Ziman trata acerca de lo que él denomina la llegada de la «ciencia post-académica»¹⁸. Por

18. J. ZIMAN, *Real Science. What It Is and What It Means*, Cambridge University Press, Cambridge 2000, pp. 67-82. (trad. cast.: *¿Qué es la ciencia?* Cambridge University Press, Madrid 2003).

«ciencia académica», entiende él la practicada de los siglos XVII al XX, vinculada a instituciones preferentemente académicas, como las universidades. Por «ciencia post-académica» se refiere a la que está empezando a desarrollarse en nuestros tiempos, con un influjo cada vez mayor y más directo de los gobiernos y de la industria. No debemos olvidar, sin embargo, que el patronazgo de la ciencia por parte de los gobernantes no es algo nuevo. Galileo fue el matemático de la corte de los Medici en Florencia, y Tycho Brahe tuvo su observatorio financiado por el rey de Dinamarca en una isla que puso a su disposición. El fenómeno actual tiene unas características nuevas, entre las que Ziman destaca la colectivización, es decir, la formación de equipos cada vez más numerosos trabajando en grandes proyectos, para los que se ha acuñado el término inglés *big science* (gran ciencia), que se aplica, por ejemplo, a la investigación espacial de la NASA o a la física de altas energías en el CERN. En el caso de la industria, podemos citar los grandes laboratorios financiados por las empresas farmacéuticas. Estos grupos de investigación suelen incorporar personal científico (ingenieros y técnicos) de distintas disciplinas, y están muchas veces orientados a resolver problemas concretos. Otro aspecto es la orientación hacia problemas útiles, en los que muchas veces hay de por medio intereses económicos. Esto se refleja en la industrialización de la ciencia, que conlleva, según Ziman, la creación de una nueva ciencia, la «ciencia industrial», con características distintas de las de la ciencia académica. Este nuevo tipo de ciencia se caracteriza, entre otras cosas, por una burocratización cada vez mayor de la práctica de la ciencia. Lo cual conlleva que la práctica de la ciencia se vea cada vez más inmersa en regulaciones y normativas, lo que puede aplicarse a la ciencia subvencionada tanto por los gobiernos como por las industrias.

Este patronazgo creciente de los gobiernos y la industria, por el que se mueven enormes cantidades de fondos, conlleva inevitablemente una influencia cada vez mayor en la dirección que toma la investigación. De alguna manera, se puede decir que se politiza y se industrializa la ciencia, y se incorpora a los científicos en las tareas que se derivan de ella. Los laboratorios y los institutos de investigación se convierten muchas veces en agencias estatales con cometidos muy concretos. Al ser los proyectos de investigación cada vez más costosos, los investigadores han de dedicar

cada vez más tiempo a conseguir fondos, bien sea del Estado o de la industria; por tanto, deben asumir las condiciones que ellos propongan. De esta manera se introduce en los proyectos de investigación subvencionados un dirigismo cada vez mayor, que impulsa el desarrollo de la ciencia en determinados sentidos. Una consideración especial en esta línea es la de la subvención de los proyectos con fondos relacionados con la defensa y la industria armamentista. La complicada red de conexiones entre los proyectos hace que, en ocasiones, los mismos científicos no sean conscientes de los fines hacia los que se dirigen sus investigaciones.

No puede escapársele a nadie que esta nueva situación de la práctica de la ciencia plantea nuevos problemas éticos, tanto en relación con la práctica misma de la ciencia (lo que hemos llamado la «ética interna») como respecto de los fines hacia los cuales se encamina la investigación, en referencia con el bien de la sociedad, o «ética externa». Vemos cómo aquí la responsabilidad del científico es sometida a prueba de muy diversas y nuevas maneras. El científico responsable de un proyecto se convierte en un director que decide sobre la contratación de sus colaboradores, su renumeración y la continuidad de los contratos. Algunos de los ejemplos que veíamos al hablar de la ética interna adquieren ahora unas nuevas dimensiones, al depender de las decisiones del investigador responsable grandes cantidades de fondos y de personal. Por otro lado, las consecuencias del trabajo pueden quedarle ocultas al propio investigador, que puede verse tentado de descargar la responsabilidad en el gobierno o en la industria que le contrata. La necesidad de conseguir cada vez más fondos para sus proyectos puede llevar al investigador a tratar de ignorar, por una parte, el origen de los fondos y, por otra, los fines a los que van a cooperar sus resultados. Ésta no sería una postura consecuente con los principios que hemos mencionado. En estas nuevas situaciones es necesaria una nueva sensibilidad ética que el científico no puede eludir.

11.8. Interacción entre ciencia y ética

Si la ética, como hemos visto, no puede fundamentarse en valoraciones deducidas directamente del conocimiento científico o en criterios elaborados únicamente por la ciencia, ni siquiera pa-

ra su propia práctica, sólo queda concluir que ella misma debe estar sujeta a la ética de todo comportamiento humano. Sin embargo, con esto no negamos que exista una verdadera e importante influencia de la ciencia en la ética. Esta influencia puede considerarse positiva en unos casos, y negativa en otros. Consideremos primero algunas de las influencias que valoramos como positivas. En primer lugar, los conocimientos científicos proporcionan nuevos elementos de juicio en las determinaciones éticas. De esta manera, pueden perfeccionar y modificar las valoraciones éticas y contribuir a crear nuevas sensibilidades que afectan a los juicios éticos. La aportación de las ciencias, en su aplicación al hombre y a la sociedad, de nuevos conocimientos sobre su naturaleza y comportamiento puede servir de valioso elemento de juicio en la aplicación de las valoraciones éticas. En numerosos problemas del campo de la bioética, tales como la experimentación humana, el aborto y la eutanasia, no cabe duda de que los progresos acaecidos en el conocimiento aportado por la ciencia introducen elementos importantes a la hora de emitir juicios éticos. Hay que mantener, sin embargo, que estos juicios no se pueden deducir sólo de los elementos aportados por la ciencia.

Otro aspecto positivo lo constituye la ampliación y extensión del dominio de las decisiones éticas a zonas del comportamiento que antes no estaban sujetas a las decisiones humanas. En este sentido, la ciencia y la tecnología abren nuevas áreas de decisiones éticas ante situaciones anteriormente consideradas como irremediables. De esta forma se amplía, por tanto, el campo de la ética. El progreso científico provoca también nuevas consideraciones éticas en situaciones nuevas, tales como la manipulación genética, la clonación, la eutanasia, la degradación del medio ambiente y la producción de armas. Esta extensión del campo de la aplicación de decisiones éticas supone, sin lugar a dudas, un enriquecimiento de la ética, al obligarla a considerar y analizar situaciones humanas nuevas.

La influencia de la ciencia en la ética no se queda en lo periférico, sino que llega incluso a su mismo centro con la consideración de nuevos valores que han de tenerse en cuenta. A la ética del pasado, que se basaba fundamentalmente en una aceptación pasiva de la naturaleza, la ciencia moderna le descubre un nuevo campo de consideraciones basado en el dominio que ella ejerce

sobre la naturaleza. Esta nueva situación exige una nueva reflexión ética, ya que el dominio de la naturaleza, por sí mismo, no es un valor último, sino que debe ser valorado en la medida en que se dirige a mejorar la vida humana. Recientemente, estamos asistiendo al nacimiento de nuevas líneas de pensamiento en las que el dominio de la naturaleza, promovido por la ciencia y la tecnología, debería verse atemperado por la necesidad de que tal dominio se verifique en equilibrio con dicha naturaleza. El hombre no es el señor absoluto y arbitrario de la naturaleza, sino tan sólo su administrador, al tiempo que una parte de ella. Este problema lo veremos con más detalle en el próximo capítulo, al hablar sobre los problemas éticos del medio ambiente.

No toda influencia de la ciencia en el campo de la ética es, de hecho, positiva. Hay también influencias que pueden considerarse negativas, como puede ser la erosión de los valores y las normativas éticas tradicionales, motivada por una excesiva crítica que pretende apoyarse en la ciencia. Esta crítica, como ya hemos visto, puede tener también su aspecto beneficioso, al fomentar nuevos planteamientos éticos, con la luz aportada por la ciencia sobre determinados problemas; pero puede ser perjudicial si conduce a una crisis de valores antes de que una nueva reflexión ética considere y evalúe dichas críticas. Muchas veces, estas críticas, avaladas por el prestigio de la ciencia, van más allá de lo que está científicamente demostrado. No es infrecuente que bajo la etiqueta de «científico» se propongan críticas y juicios de valor a la ética tradicional que no responden a una seria reflexión y que pueden conducir a un relativismo ético total. A veces, también, el prestigio social de la ciencia provoca actitudes prepotentes en los científicos, que se sitúan por encima del bien y del mal y se consideran libres del sometimiento a toda ética.

Otro aspecto negativo, aunque no se pueda responsabilizar de él a la ciencia, pero que sí está de algún modo vinculado con ella, es la falta de capacidad del hombre para mantener una reflexión ética que salga al paso de los problemas que la ciencia y la tecnología van planteando. Esto da lugar a que se dé un cierto desfase de la reflexión ética con respecto al desarrollo científico-tecnológico. Este desfase está presente en muchas situaciones actuales, en las que los nuevos problemas éticos son afrontados con inadecuados elementos de análisis, basados en criterios del pasa-

do, como consecuencia de que al desarrollo científico no le ha seguido otro desarrollo equivalente de la reflexión ética. Estamos falsamente acostumbrados a pensar que el desarrollo científico va determinando automáticamente sus propias normas y objetivos. Sin embargo, no es así; y se corre el peligro de tener que afrontar graves peligros para la vida humana y el futuro de la sociedad. Consideremos las consecuencias negativas, a veces imprevisibles, de nuevos descubrimientos y técnicas que pueden extenderse a muy largo plazo. Una decisión equivocada en un momento dado puede hipotecar en muchos aspectos el futuro durante mucho tiempo. Pensemos, por ejemplo, en el desgaste de las fuentes de energía, en el aumento de la contaminación, en la proliferación de las armas nucleares, en la acumulación de residuos radiactivos o en la experimentación genética, por mencionar sólo algunos. Las decisiones que se tomen tienen, en muchos casos, consecuencias irreversibles e implican, por tanto, una enorme responsabilidad con respecto a futuras generaciones. Un problema que se suscita aquí es el de dilucidar a quién compete elaborar los criterios éticos necesarios y tomar finalmente las decisiones. Aunque es la misma sociedad, a través de sus diferentes instituciones y estamentos, la que finalmente tendría la última palabra, no cabe duda de que los científicos tienen también una gran responsabilidad al respecto.

11.9. Consideraciones finales

Hemos resumido en este capítulo algunos de los problemas éticos que suscita la práctica de la ciencia, quedándonos en sus aspectos más generales y sin intentar entrar en casos concretos, tema que tiene una gran importancia y amplitud. Hemos visto cómo estos problemas se pueden dividir en lo que hemos llamado la «ética interna» y la «ética externa» de la ciencia, es decir, la que se refiere a su misma práctica y la que tiene que ver con sus consecuencias para el hombre. En relación a una y a otra, hemos visto que la ciencia misma no puede proporcionarse sus propios principios éticos, sino que debe regirse por los que regulan todo comportamiento humano. Una formulación de los elementos básicos del comportamiento ético de la ciencia podría expresarse

en términos de la responsabilidad que todos tenemos en que se produzca un verdadero progreso en nuestro conocimiento de la naturaleza como un bien en sí mismo, que la práctica de la ciencia se rija por los principios éticos generales, que ese conocimiento contribuya al bienestar de la humanidad, que se mantenga una participación justa de todos en los logros de la ciencia, y que ésta se realice respetando el equilibrio del medio ambiente. Esta actitud exige, a la hora de tomar decisiones, una mayor reflexión sobre todos los aspectos del hombre (no sólo los biológicos) y una fundamentación sobre los principios de solidaridad entre toda la humanidad. Esta solidaridad tiene que hacer frente a las miras egoístas de quienes consideran la práctica de la ciencia como la prerrogativa de unos determinados países o grupos sociales y la utilizan como un instrumento de dominio. Dicha solidaridad no se puede basar únicamente en la racionalidad de la equivalencia en el intercambio científico, sino que tiene que incluir también las obligaciones para con los grupos más desfavorecidos. La ciencia debe ser un instrumento de progreso para todos, no una fuente de desigualdades. No es aceptable que se acepte como un hecho natural, y ante el cual no se reaccione, que el mundo esté dividido en pobres y ricos, en dominadores y oprimidos. La vinculación de la ciencia y la tecnología al proceso que ha dado y sigue dando lugar a esta situación exige nuevos planteamientos éticos. ¿Puede acaso prolongarse indefinidamente un desarrollo científico y técnico en un mundo en el que se mantiene a dos tercios de la humanidad en la pobreza y el subdesarrollo? Alguna vez se ha dicho que el gran pecado de la ciencia moderna es no haber sido capaz de resolver el problema del hambre en el mundo. La ciencia y la técnica tienen que adaptarse al horizonte ético, que impone como valores fundamentales los que se orientan al bien de todo el hombre y de todos los hombres. Ese bien no podrá ser deducido de unos presupuestos puramente científicos, sino que tiene que nacer de las más hondas intuiciones presentes en el hombre acerca de sí mismo, de su trascendencia, su libertad y su solidaridad, junto con la experiencia de su vida y su historia.

Como lo expresa Joseph Rotblat, premio Nobel de la Paz en 1995, los científicos no pueden seguir por más tiempo afirmando que su trabajo no tiene nada que ver con el bienestar de los individuos o con las políticas de los estados. Para él, esta pretendi-

da actitud de los científicos, independiente de la moral o amoral, es en realidad inmoral, al esquivar las responsabilidades que se derivan de las consecuencias del propio trabajo. Para fomentar este espíritu de responsabilidad ética sobre el propio trabajo, Rotblat propone el siguiente juramento hipocrático que deberían firmar los estudiantes de ciencias al terminar sus estudios:

«Prometo trabajar por un mundo mejor, donde la ciencia y la técnica se utilicen de una manera socialmente responsable. No usaré mi educación para ningún fin que implique daño para los seres humanos o para el medio ambiente. En mi carrera científica consideraré las implicaciones éticas de mi trabajo antes de realizarlo. Aunque las exigencias e implicaciones pueden ser grandes, firmo esta declaración porque reconozco que la responsabilidad individual constituye el primer paso en el camino de la paz»¹⁹.

Finalmente, podemos preguntarnos qué consecuencias se pueden sacar del problema ético de la ciencia para su relación con la religión. Como decíamos al principio, toda religión implica una ética cuyas exigencias adquieren un carácter religioso, es decir, derivado de la relación del hombre con la divinidad. De esta forma, el carácter ético de los comportamientos humanos adquiere un carácter religioso que los refuerza. En la ética cristiana, la naturaleza humana, fuente de los principios éticos, es considerada como creada por Dios, con lo que el seguir los preceptos de la ley natural significa seguir la ley de Dios. En el hombre religioso, los preceptos éticos quedan reforzados al ser considerados como mandatos divinos. No hay conflicto entre la ética natural y la religiosa, sino que son dos formas distintas de establecer su fundamento. El carácter social de la religión hace, además, que estos preceptos no se conciben sólo en el ámbito de lo privado, sino también como obligaciones que atañen a todos y que tienen una incidencia social. Bajo este punto de vista, desde la reflexión religiosa se pueden denunciar como moralmente no aceptables de-

19. J. ROTBLAT, «A Hippocratic Oath for Scientists»: *Science* 286 (1999), 1.475.

terminadas prácticas que se derivan de la actividad científica. Esto se considera a veces, erróneamente, una injerencia injustificada de la religión en el campo de la ciencia y una fuente de conflictos. Se ve en ello un intento de entrometerse en el campo de la ciencia e impedir su progreso. En realidad, se trata de llamar la atención sobre la no conveniencia ética de ciertas prácticas científicas y de aportar elementos para una reflexión ética. Si, como hemos visto, no es ético hacer todo lo que científicamente puede hacerse, no se deben juzgar estas llamadas de atención como injerencias injustificadas. El problema ético es un problema general que atañe a todos, y así está justificado que se denuncie, también desde puntos de vista religiosos. Estos problemas son a veces complejos, como es el caso de los problemas derivados de realizar con el ser humano prácticas biológicas que entran de lleno en el campo de la bioética, como es el caso, por ejemplo, de los experimentos con embriones humanos, la clonación y la ingeniería genética humana, temas en los que el pensamiento religioso puede hacer aportaciones que los científicos no deberían desdeñar. Por otro lado, el sentimiento religioso debe ayudar al científico a ser más éticamente responsable en su trabajo. El campo de la ética ofrece muchas oportunidades para un diálogo fructífero entre ciencia y religión.

12. Ciencia, religión y medio ambiente

12.1. El hombre y el medio ambiente

EL hombre comparte con otros seres vivos el espacio vital de la tierra. Desde el punto de vista evolutivo, el hombre es una especie entroncada en el árbol de todos los vivientes, aunque, como ya vimos, tiene unas características que le hacen diferente de todos los demás seres vivos. Esto hace que su posición con respecto al resto de la naturaleza sea también diferente. En el pasado, la naturaleza era considerada por el hombre como la fuente de los recursos necesarios para su vida y, al mismo tiempo, como una serie de peligros que le amenazaban y de los que necesitaba defenderse, tales como los desastres naturales, las tormentas, los terremotos, las erupciones volcánicas... Ello creaba una actitud de dependencia, a la vez que de temor y respeto, con respecto a la naturaleza. El progreso científico y tecnológico, el continuo crecimiento humano y el desarrollo material han modificado radicalmente esta actitud. Hoy el hombre ve en la naturaleza la fuente de unos recursos que pueden agotarse, algo que se ve amenazado por él mismo y que debe defender de sus propias actuaciones. Ante las consecuencias negativas de su acción sobre la naturaleza, el hombre empieza a ser más consciente de que él no es el dueño absoluto de la naturaleza y debe respetarla. Dado que gran parte de las agresiones del hombre a la naturaleza nacen del desarrollo científico y tecnológico, es éste un campo donde se plantean serios problemas éticos a la ciencia y a la técnica. Por otro lado, la religión implica también actitudes del hombre frente a la naturaleza. Estas actitudes se derivan de la concepción que cada religión tiene acerca de la relación entre el

hombre, el mundo y la divinidad. Las religiones orientales, con su identificación entre el mundo y la divinidad, ven en la naturaleza una manifestación de Dios. En la tradición judeo-cristiana, la naturaleza es creada por Dios y está puesta a disposición del hombre. El problema de las actitudes y acciones del hombre frente al medio ambiente y a los demás seres vivos atañe, por tanto, a la ciencia, a la tecnología y a la religión. Trataremos aquí de introducirnos en este problema, del que se derivan serias consecuencias éticas para la práctica de la ciencia y la tecnología y en el que inciden también las actitudes religiosas.

Todos los seres vivos consumen energía de su entorno para su subsistencia. El hombre, además, consume energía para otras muchas necesidades relacionadas con sus actividades y su bienestar. Es un hecho que, a medida que aumenta el progreso científico y técnico de una población, aumenta también el consumo de energía por persona. Se ha calculado que en los países avanzados el consumo de energía por persona es hoy cuarenta veces superior al de la pura subsistencia biológica de las culturas primitivas. Hay que añadir que, a mayor consumo de energía, mayor es su impacto en el medio ambiente. Por otro lado, hay que considerar el crecimiento de la humanidad tanto en población como en desarrollo y progreso tecnológico, lo que plantea serios interrogantes. Estos problemas son extremadamente complejos y exigen un tratamiento interdisciplinar en el que se consideren los aspectos científicos, técnicos, económicos, políticos, sociológicos, éticos, etc. y en los que incide también la religión. Aquí solo podemos enunciar algunos de estos problemas, centrándonos en sus aspectos globales más importantes. No entraremos, por tanto, en detalles de los mecanismos responsables de cada efecto que mencionemos, ni haremos tampoco un análisis de cada uno de los factores que intervienen en estos procesos. De entre todos los factores adversos al crecimiento, nos centraremos en los dos más importantes, es decir, la limitación y degradación de los recursos naturales y energéticos y la contaminación del medio ambiente. Después de describir brevemente estos dos factores, pasaremos a considerar algunos de los interrogantes éticos que plantean de cara a la supervivencia de la humanidad.

12.2. Ciencia y ética ambiental

Hemos visto en el capítulo anterior la responsabilidad ética del científico con respecto a las consecuencias de su trabajo. Un capítulo importante de estas consecuencias, que pueden ser nocivas, son las que inciden en el medio ambiente. En general, se puede decir que la ciencia y la técnica tienden a generar actitudes y prácticas de dominio sobre la naturaleza que chocan con su conservación y respeto. Esto puede crear en los científicos y técnicos actitudes prepotentes que sólo ven en la naturaleza un medio que es posible manipular sin límites en provecho del hombre. La importancia cada vez mayor que está adquiriendo la ciencia industrial potencia cada vez más este tipo de actitudes, las cuales ellas no aceptan barreras que se opongan al avance de la técnica, y no siempre tienen en cuenta su incidencia en el medio ambiente. Por otro lado, el desarrollo creciente, fruto de la ciencia y la técnica, impone un gravamen cada vez mayor sobre los limitados recursos naturales existentes. Este desarrollo implica también una creciente contaminación y degradación del medio ambiente. El científico y el técnico no pueden hoy por menos que ser cada vez más conscientes de esta situación.

Hoy se conoce como «ética ambiental» aquella parte de la ética que regula las relaciones del hombre con el ambiente. Como corriente de pensamiento y disciplina académica, la ética ambiental es relativamente reciente: su inicio puede datarse en los años setenta, y desde entonces ha adquirido un rápido desarrollo¹. Nacida en los Estados Unidos, Noruega y Australia, cuenta entre sus primeros propulsores a Rachel Carson, Lynn White, Aldo Leopold y Richard Routley. Estos autores reaccionan contra el antropocentrismo que, según ellos, constituye el punto de vista dominante en la ética de Occidente. Uno de los problemas fundamentales que plantean es si la naturaleza (animales, plantas, ríos, mares, etc.) tiene un valor en sí misma o sólo en función de

1. D. SCHMIDTZ y E. WILLOT, *Environmental Ethics. What Really Matters, What Really Works*, Oxford University Press, Oxford 2001; R. ELLIOT (ed.), *Environmental Ethics*, Oxford University Press, Oxford 1995; «Environmental Ethics», en *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <<http://plato.stanford.edu/entries/ethics-environmental>>.

su utilidad para el hombre. No hay una respuesta unánime a esta cuestión. Una respuesta positiva implica reconocer que no se puede considerar la naturaleza como un mero medio para el hombre del que puede usar como él quiera. A veces se ha vinculado esta actitud con el texto del Génesis en el que Dios dice al hombre: «Llenad la tierra y sometedla, dominad los peces del mar, las aves del cielo y todos los animales que se mueven sobre la tierra» (Gn 1,28), interpretándolo como un mandato al hombre de dominar la tierra, y se ha acusado al cristianismo de fomentar una actitud agresiva con la naturaleza. Esta interpretación no es del todo correcta, ya que el pensamiento cristiano ha considerado siempre al hombre como administrador de la creación, no como dueño de la misma. El propio texto del Génesis lo indica cuando dice: «Tomó Dios al hombre y le dejó en el jardín para que lo labrase y cuidase» (Gn 2,15). Ahí se manifiesta claramente que el hombre no es señor, sino administrador de los bienes de la tierra. Pero, aun cuando se considere la naturaleza únicamente en función del hombre, tendría que ser como un bien para toda la humanidad, no para algún grupo concreto, y no sólo para las generaciones presentes, sino también para las futuras. Esto limita su acción, que debe ser la de quien administra unos bienes que no le pertenecen del todo y de los que las futuras generaciones deben también gozar. El aumento en la incidencia que los desarrollos científicos y técnicos tienen en el ambiente hace que los científicos, ante los problemas éticos ambientales, deban ser más sensibles de cuanto lo han sido hasta ahora.

No creamos que ésta es una preocupación exclusiva de nuestro tiempo². Ya desde la antigüedad el hombre se preocupó por su entorno natural, como lo refleja la obra *Aires, aguas y lugares*, del cuerpo hipocrático. Durante la Edad Media, los monasterios unieron la explotación agrícola y ganadera con la conservación de la naturaleza. El cultivo de ésta por parte del hombre se consideraba como una continuación, por mano del hombre, de la acción creadora de Dios. La Regla de San Benito, vigente en los mo-

2. C.J. GLACKEN, *Traces on the Rodhian Shore. Nature and Culture in the Western Thought from Ancient Times to the End of the Eighteenth Century*, University of California Press, Berkeley 1967.

nasterios medievales, dignifica el trabajo manual en el huerto y en los campos como «obra de Dios» (*opus Dei*), lo mismo que la oración y el estudio. No es correcto juzgar que en la tradición cristiana el dominio otorgado por Dios al hombre sobre la naturaleza, referido en el Génesis, fuese interpretado siempre para justificar una depredación incontrolada de sus recursos. Esta actitud depredadora es más bien consecuencia de la revolución industrial y el progreso tecnológico desde mediados del siglo XIX, y se ha ido agravando a causa del aumento exponencial de la población desde ese siglo.

12.3. Crecimiento, desarrollo y consumo de energía

Desde el punto de vista del desarrollo del hombre sobre la Tierra, podemos considerar el sistema ecológico dividido en dos partes: el hombre y el resto de la naturaleza. Naturalmente, ésta es una visión antropocéntrica que puede no gustar a muchos, pero que resulta práctica para estudiar su incidencia sobre el medio ambiente y sobre el resto de los seres vivos con los que lo comparte. La especie humana comparte con otras especies vivas (animales y vegetales) el espacio de la tierra, y su expansión debe realizarse con respeto hacia ellas. Por lo que se refiere a la especie humana, la Tierra constituye a la vez su «habitat» y la fuente de los recursos para su vida. Como en cualquier otra especie viviente, en especial las especies animales, el aumento de población humana ocasiona un impacto cada vez mayor en el medio en que vive y del que se nutre para su desarrollo. Las especies animales han desarrollado los mecanismos de control de su población en relación con los recursos del habitat en el que viven; en este sentido, el caso del hombre es, pues, singular.

En primer lugar, abordemos la interacción especie-habitat con la consideración del consumo de energía. Toda especie animal consume energía para su desarrollo y toma esta energía del medio en el que vive, o habitat. El hombre se diferencia de las demás especies animales en que no sólo consume energía para su metabolismo biológico, sino para otros muchos usos, de manera que su consumo biológico ha venido a ser insignificante frente a los otros tipos de consumo. De hecho, el progreso cultural y del

bienestar está vinculado a un consumo cada vez mayor de energía. A mayor bienestar y progreso, mayor consumo de energía por persona. Por eso, en el desarrollo de la especie humana, no sólo se ha de considerar el aumento de población, sino también el aumento de consumo de energía por individuo. En este aspecto, como ya hemos dicho, el hombre constituye un caso singular entre las especies vivas. El crecimiento del consumo de energía va unido al desarrollo cultural, de forma que, a medida que una cultura se desarrolla, el consumo de energía de cada uno de sus miembros aumenta.

El consumo de energía en las culturas muy primitivas está casi al nivel del puro metabolismo biológico. Este tipo de consumo se ha estimado para el hombre en unos 400 Kw/hora por persona y año, aproximadamente³. Sin embargo, el consumo de energía por individuo en los países desarrollados es hoy entre cien y doscientas veces superior. En términos del equivalente de consumo de toneladas de carbón por persona y año, la diferencia entre un país desarrollado y uno no desarrollado supera la relación de 10 a 1. Se puede constatar también que la relación entre la riqueza de un país y el consumo de energía es casi lineal. El crecimiento en el consumo está también linealmente relacionado con el grado de desarrollo y la riqueza de un país.

En el caso del hombre, este hecho nos obliga a considerar, desde el punto de vista de su impacto en el medio ambiente, no sólo su población, sino su grado de desarrollo. Un aumento de demanda de energía por individuo es tan oneroso para los recursos del medio como un aumento de población con consumo constante de energía. El consumo total de energía (E) aumenta tanto con la tasa de aumento de población (p) como con la tasa de aumento del consumo de energía por individuo (e), de forma

3. La energía se suele expresar en varios tipos de unidades; una es en unidades de trabajo, en julios (J) y su múltiplo, gigajulios ($1\text{GJ} = 10^9 \text{J}$); otra unidad utilizada es el kilowatio/hora (kw/hr), que es la energía gastada en un trabajo de mil watios durante una hora. La relación entre ambas es que un kilowatio/hora equivale a 3,6 millones de julios ($3,6 \times 10^6 \text{J}$). Otra unidad utilizada para expresar el consumo de energía es la tonelada equivalente de carbón (TEC) y la tonelada equivalente de petróleo (TEP). La equivalencia es: $1 \text{TEP} = 1,4 \text{TEC} = 11.600 \text{ kilowatios/hora}$ (10^4kw/hr), equivalente a 42GJ ($4,2 \times 10^{10} \text{J}$).

que tenemos que mirar a la suma representada por la ecuación $E = p + e$. Esta suma puede mantenerse alta, aunque se llegue al crecimiento cero de la población (p), como está sucediendo en los países desarrollados, si se mantiene un valor alto en el aumento del consumo de energía (e)⁴. En los países subdesarrollados, el crecimiento de p es mucho mayor que el de e , y lo contrario sucede en los países desarrollados, que favorecen en su política el aumento de e con un descenso de p , que tiende a cero. Para la media de la población mundial total, la suma de ambos factores es cercana al 5% anual, aunque la relación entre p y e es muy diversa. En los países desarrollados, e es doble que p , y en los subdesarrollados es p el doble de e . La tasa total ($p + e$) actual a nivel global sigue siendo, sin embargo, muy alta, ya que implica doblar el consumo total de energía cada 20 años. En conclusión, al tratar el desarrollo del grupo humano frente a su medio de vida y su proyección al futuro, deben tenerse en cuenta su demanda total de energía y su crecimiento, que dependen tanto del aumento de la población como del aumento del consumo de energía por individuo.

El ecosistema terrestre que sirve de base al hombre y del que se nutre en sus demandas de energía, no es ilimitado y, por lo tanto, sólo puede proporcionar una cantidad de energía limitada. Si se quiere que el grupo humano sobreviva, tendrá que llegarse necesariamente a una limitación del aumento de consumo de energía y aun de freno o disminución de las cuotas actuales en los países desarrollados. Esto significa que tanto el aumento neto de población como el de consumo de energía por individuo deben llegar a ser prácticamente nulos. En la actualidad, como ya hemos dicho, estamos lejos de esta situación. Los países más desarrollados siguen aumentando su demanda de energía en una elevada proporción, aunque mantienen bajo el aumento de población. Este comportamiento exige canalizar hacia estos países enormes cantidades de recursos de otras procedencias, lo que hace que en otros países se mantenga bajo el consumo de energía, aunque su tasa de aumento de población sea alta, de forma que el desequilibrio actual entre los pueblos no sólo se mantiene, sino que va aumentando. Un mínimo sentido de la justicia parece exigir que

4. R. MARGALEF, *Ecología*, Omega, Barcelona 1977.

se llegue a un consumo de energía uniforme para todos los países, al menos en cuanto a las necesidades básicas. Esto implicaría, como veremos más adelante, una disminución en el consumo de energía en los países desarrollados y un aumento en el de los subdesarrollados, ya que alcanzar la uniformidad, con las cotas actuales de los países desarrollados, no sería viable, dada la limitación de los recursos.

12.4. Crecimiento de la población

El primer factor de nuestra ecuación es p , el aumento de la población. Éste es el primer factor que influye en el consumo total de energía, que, como ya vimos, va vinculado al factor del desarrollo. Es importante recordar algunas cifras. La población mundial actual (2008) es de 6.662 Mh (millones de habitantes). Entre 1950 y 2000, la población aumentó en 3.500 Mh (de 2.500 a 6.000 Mh), lo que supone un aumento de 75 Mh por año y que la población mundial se dobla en 38 años. Éste es un fenómeno relativamente reciente, ya que se calcula que la población mundial sólo empezó a aumentar por encima de los 1.000 Mh a partir de 1800. Hasta esta fecha, la población mundial había aumentado muy lentamente. Por otro lado, el crecimiento no es homogéneo en las distintas partes del mundo. Si comparamos Europa, Asia y África, tenemos los siguientes valores en Mh para los años 1800, 1900 y 2000: Europa: 203, 408, 727; Asia: 635, 947, 3.679; África: 107, 133, 795. Estas sencillas cifras nos indican que desde 1800 Europa ha crecido, con respecto a la población inicial, en un factor de 3,58, pero desde 1900 tan sólo en 1,78. África ha crecido desde 1800 en un factor de 7,42, y desde 1900 el crecimiento ha sido menor (5,98), ambos muy por encima del crecimiento de Europa. Asia, a su vez, ha crecido en una proporción intermedia entre la de Europa y África: 5,79 y 3,88. En los tres casos vemos que el aumento de población en los últimos 100 años es menor que el de los últimos 200 años. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que las cifras para la población en 1800 pueden no ser muy exactas. Otras cifras que son más exactas son las de los últimos 20 años: de 1985 a 2005. El mayor crecimiento corresponde a África, que aumenta de 541 a 888 Mh, es decir, en un factor de

1,64, mientras que Europa sólo aumentó de 706 a 725 Mh, un factor de 1,02. La población mundial aumentó de 4.830 a 6.453 Mh, un factor de 1,34. Las cifras más altas de crecimientos en los últimos 20 años corresponden a África y América Latina, y la más baja, con gran diferencia, a Europa⁵.

Si la tasa de crecimiento, con el tiempo, es proporcional al número de habitantes, el crecimiento es de tipo exponencial. El número de habitantes aumenta exponencialmente con el tiempo, llamándose r al exponente del crecimiento. Dado este crecimiento, un parámetro importante es el tiempo (t_2) que tarda su población en aumentar el doble. Este tiempo viene dado por la sencilla relación $t_2 = 0,69/r$. Dos ejemplos nos ilustran esta situación. Para México, los valores en 2007 eran P (población) = 106 Mh, y $r = 1,7$, por lo que $t_2 = 40$ años. De cumplirse esta tasa de crecimiento, la población sería el doble (212 Mh) en 2047. Para Suecia, los valores para 2007 eran $p = 8,9$ Mh y $r = 0,2$ con lo que $t_2 = 345$ años, y la población no se doblará con 17,8 Mh hasta el año 2352. Esto indica la gran diferencia del crecimiento de la población de unos países a otros.

Otro parámetro importante para medir el aumento de población es la *tasa de fertilidad total* (TFT), igual al número de hijos por mujer durante su vida. Para que la población se mantenga constante, TFT debe ser aproximadamente 2,1. Si TFT es menor de 2,1, la población disminuye; y si TFT es mayor de 2,1, la población aumenta. El valor actual (2005-2010) para todo el mundo es de $TFT = 2,6$; el valor para 1991 era de 3,4, y para 1960 de 5,5; es decir, que la población sigue aumentando, aunque ha disminuido notablemente la natalidad. Actualmente los valores más altos son para los países de África, con $TFT \approx 5$ (con el más alto en Mali: 7,4) y para América Latina, con TFT entre 2,5 y 3. Los valores más bajos corresponden a los países más desarrollados, con una media para Europa de $TFT \approx 1,5$ (Suecia tiene un valor más alto [1,8] que España [1,4]). La correspondencia entre el valor de TFT y el grado de desarrollo de un país es inversa: a más desarrollo, valores más bajos de TFT. A medida que el desarrollo

5. J. HEALEY, *Population Growth*, Spipney, New York 2000; *International Data Base*, <www.census.gov/ipc/idb/>.

se va extendiendo a todos los países, el valor de TFT disminuirá, y la población empezará a disminuir si desciende por debajo del nivel de crecimiento cero. Las previsiones para el futuro de la población mundial son muy variadas: si el valor global de TFT baja a 2,16, la población en 2150 aumentaría a 11.600 Mh; y si baja aún más (a 1,96, por ejemplo), descendería a 6.100 Mh. Muchas previsiones suponen que la población seguirá aumentando hasta 2050 y se estabilizará entre 9.000 y 11.000 Mh.

Un último factor que influye en la población es el de la emigración. Naturalmente, este fenómeno no influye en el nivel de la población global, sino sólo en su distribución. Como los flujos de emigración van de los países menos desarrollados a los más desarrollados y con un crecimiento muy bajo o negativo, este fenómeno viene a compensarlos. En los últimos años (2004) y en algunos países europeos, las tasas de inmigración netas por cada mil habitantes son: España, 14; Irlanda, 11; Italia, 9,6. Para estos países, éste es un fenómeno nuevo. Los países tradicionalmente de inmigración tienen hoy tasas más bajas: EE.UU., 3,7; Canadá, 6,2; Australia, 5,5. Es curioso el caso de España e Irlanda, que tradicionalmente eran países de emigrantes y hoy tienen tasas de inmigración. Debido a ello, algunos de estos países, cuya TFT está por debajo del crecimiento cero, han experimentado un ligero crecimiento, como España, Irlanda e Italia. Todos estos indicadores nos muestran que el crecimiento de la población mundial es muy desigual. Los países más desarrollados tienen unos índices muy bajos, y en algunos casos están por debajo del crecimiento cero, mientras que países como los africanos tienen índices elevados.

12.5. Fuentes de energía

El segundo factor en nuestra ecuación para el consumo total de energía es e , la tasa de consumo por habitante. El primer problema a considerar es el de las fuentes de energía. En primer lugar, hay que constatar que los recursos sobre los que se basa la producción de energía en la Tierra son limitados. Dado, como hemos visto, que la población mundial tiene un aumento positivo y nos encontramos con un número ya alto de población, el problema de la finitud de recursos frente al aumento de población es

hoy más acuciante que en el pasado. El primer toque de atención sobre el problema de la superpoblación fue el ensayo de Thomas Malthus en 1798, en el que exponía que el aumento de población superaría siempre el de la producción de alimentos. Esta profecía no se ha cumplido, al haberse ido descubriendo nuevas fuentes de energía y técnicas en la producción de alimentos. El problema actual no se refiere tanto al mero aumento de población, sino a hacer posible la vida con un consumo de energía suficiente y que asegure una buena calidad de vida, compatible con una cantidad limitada de recursos. Poner la esperanza únicamente en el desarrollo tecnológico, fruto de una secreta fe en que la ciencia puede resolver eventualmente todos los problemas, es algo que empieza hoy a cuestionarse.

El desarrollo tecnológico no sólo no resuelve el problema, sino que, en cierto modo, puede agravarlo al incrementar el consumo de energía por individuo, que es algo que tiene que ver con la pretensión de proporcionar una calidad de vida cada vez mayor. Este desarrollo conlleva un doble efecto negativo: por un lado, una disminución progresiva de los recursos naturales ante una demanda cada vez mayor; por otro, el consiguiente aumento de la contaminación del medio ambiente, resultado de todo proceso de producción, a lo que nos referiremos más adelante. Estos dos procesos, ignorados hasta épocas recientes, empiezan hoy a ser alarmantes. Las recientes fluctuaciones del precio del petróleo reflejan la preocupación de los países productores por su escasez y el aumento de la demanda en países emergentes con una gran población, como China e India. Por otro lado, el desarrollo se ha extendido ya a todas las regiones de la Tierra, haciendo desaparecer prácticamente las zonas de reservas. Poco queda ya por explorar, y sólo un optimismo ingenuo puede esperar el descubrimiento de nuevos grandes yacimientos de petróleo u otros minerales⁶.

Las fuentes de energía se pueden dividir en dos grandes grupos: *Energías renovables*, que son aquellas cuya cantidad no se agota con el consumo, como la energía solar, la eólica, la geotér-

6. C.F. PARKS, *Fuentes de recursos de nuestro planeta*, Marymar, Buenos Aires 1975; E.S. CASSIDY y P.Z. GROSSMAN, *Introduction to Energy Resources, Technology and Society*, Cambridge University Press, Cambridge 1998; C.E. BROWN, *World Energy Resources*, Springer, Berlin 2002.

mica, la biomasa (plantas), la hídrica (saltos de agua, mareas y olas) y *Energías no-renovables*, que son aquellas otras que dependen de recursos que, con el consumo, se van agotando, como es el caso del petróleo, del carbón, del gas natural o del uranio. Aunque en la primera categoría se supone que la fuente de energía es continua e interminablemente renovable, no es exactamente así, ya que su producción depende de otros productos (metales, etc.) que sí son limitados y no totalmente recuperables.

Examinemos ahora cuáles son las fuentes más corrientes de energía. Sin entrar en detalles, la principal fuente de energía es hoy el petróleo, seguido del carbón y el gas natural; estos tres productos pueden agruparse bajo el título de «combustibles fósiles» y aportan entre el 78 y el 85% del consumo total de energía. A estos tres les siguen en importancia la energía hidroeléctrica (3%) y la energía nuclear (6%). Los combustibles fósiles son la fuente de energía más precaria, y su escasez puede empezar ya a hacerse notar. La energía nuclear, que aporta todavía un porcentaje muy bajo del consumo total, se basa actualmente en procesos de fisión de uranio enriquecido. Este sistema depende, por tanto, de la abundancia de este mineral y está sujeto a las mismas limitaciones que los otros combustibles. Los recursos hidroeléctricos, que sí constituyen una fuente renovable, están ya prácticamente utilizados en todos los ríos con suficiente capacidad, por lo que su crecimiento es muy limitado. En conclusión, todas las fuentes convencionales de energía dependen de unos recursos finitos y tienen una duración limitada.

Desde hace algún tiempo, especialmente desde las recientes crisis del petróleo, se ha iniciado una búsqueda de fuentes de energía no convencionales y no sujetas a las limitaciones de los combustibles fósiles. La energía nuclear, tal como se emplea en la actualidad, puede considerarse como un primer paso en este sentido, aunque esté sujeta también a las limitaciones de la abundancia del mineral de uranio y a los problemas que plantea su seguridad y el almacenamiento de los residuos radiactivos. Su desarrollo encuentra, por otro lado, graves dificultades, debido a su rechazo popular, y crea problemas de riesgos todavía no completamente resueltos. El sol es, sin lugar a dudas, la fuente de energía más duradera y limpia, pero su aprovechamiento no es todavía rentable más que para pequeñas aplicaciones de tipo térmico

y fotovoltaico en la producción de electricidad. No sabemos aún si la tecnología logrará en el futuro aprovechar a nivel industrial la energía solar ni, sobre todo, si este aprovechamiento va a llegar a tiempo, es decir, antes de que las otras fuentes de energía se hayan agotado. Otra fuente de energía prácticamente ilimitada y limpia es la basada en la fusión nuclear del deuterio (hidrógeno pesado) en átomos de helio. Este proceso, que es la base de la energía producida por el sol y las estrellas y por las armas nucleares, no se ha logrado controlar aún de una manera aprovechable para el consumo industrial, aunque se sigue investigando sobre ello. Otras fuentes renovables no convencionales de energía, tales como la geotérmica, la eólica y la derivada de las mareas y olas del mar, presentan dificultades aún mayores o están vinculadas a regiones muy concretas de la tierra, y la proporción de su uso actual es todavía muy pequeña.

El consumo total de energía anual a nivel mundial se estima (para 2004) en 5×10^{20} J/año o $1,4 \times 10^{14}$ kw-hr/año. De ella, el 85% proviene de combustible fósil (petróleo, gas y carbón), y sólo el 15% proviene de energías renovables o de energía nuclear. Concretamente, la energía procedente del petróleo supone un 37% del consumo total; el carbón, un 25%; el gas natural, un 23; la energía nuclear, un 6%; la biomasa, un 4%; la energía hídrica, un 3%; la energía solar, un 0,5%; y la energía eólica, un 0,3%. Otras estimaciones más favorables atribuyen el 78% a los combustibles fósiles, el 18% a las fuentes renovables, y el 4% a la energía nuclear. Actualmente, por tanto, somos en gran parte dependientes de las fuentes de energía no-renovables, es decir, aquellas que, una vez agotadas, no pueden reponerse. La solución apunta a ir pasando a la utilización de energías renovables y disminuyendo la dependencia de las no renovables.

Veamos con mayor detalle lo referente a las dos fuentes de energía no renovables más comunes: el carbón y el petróleo. Según el *World Energy Council*, lo que se conoce como «reservas recuperables mundiales de carbón» se estima en 910.000 Mtn (millones de toneladas). Las mayores reservas se encuentran en Norteamérica, Asia y Europa, con unas 250.000 Mtn en cada uno de esos continentes. La producción mundial de carbón al año es hoy de 4.823 Mtn, con lo que, a este ritmo, las reservas de dicho mineral se agotarían en 200 años aproximadamente. En cuanto

al petróleo, lo que se conoce como las «reservas probadas recuperables» se calcula en una cifra aproximada entre 1.100.000 y 1.300.000 millones de barriles (Mbar) o 150.000 toneladas (la equivalencia entre el barril y la tonelada de petróleo es de 1 tn = 7,42 barriles), aunque las cifras varían mucho, y según algunos las reservas ascenderían a los 3.000.000 Mbar. La mayoría de estas reservas se encuentran en el Medio Oriente (700.000 Mbar). El consumo de petróleo a nivel mundial es actualmente (2007) de 85 Mbar/día (31.024 Mbar/año), con lo que a este ritmo de consumo las reservas se agotarían en 45 años aproximadamente. Naturalmente, esto supone que las cifras de las reservas son fiables y que no se descubren nuevos yacimientos grandes de petróleo. Esta breve indicación muestra cómo las dos fuentes más comunes hoy de energía tienen una duración limitada.

12.6. Desarrollo y consumo de energía

El indicador más frecuente para referirse al nivel de desarrollo económico de un país es el Producto Interno Bruto anual (PIB) (en inglés, *Gross Domestic Product: GDP*). El PIB viene dado para cada país por la suma del consumo, las inversiones brutas, los gastos del gobierno y la diferencia entre las exportaciones y las importaciones. A nivel mundial, el total de todos los países se calcula para 2007 en 54.3 billones de dólares (para toda la Unión Europea, 16 billones). En cuanto a naciones, el más alto es el de los Estados Unidos, con 13,8 billones (Alemania, 3,3 billones; España, 1,44 billones). Por abajo tenemos, entre otros, a Angola, con 61.000 millones; Ecuador, con 44.000 millones; y Bolivia, con 13.000 millones. Más indicativo es el PIB por habitante anual (PIB per capita: PIBpC), que para todo el mundo es de aproximadamente 10.000 dólares. El más alto lo tiene Luxemburgo, con 80.000 dólares, debido a su pequeña población. EE.UU. tiene 46.000; Alemania, 40.000; y España, 33.000. China, con un PIB de 3,2 billones, tiene un PIBpC de tan sólo 3.300 dólares; Méjico, 12.500; y Ecuador, 7.100. La cifra más baja es la de la República Democrática del Congo, con tan sólo 300 dólares. Estas cifras nos hacen ver las tremendas desigualdades entre los países, tanto en términos absolutos como relativos al número de habitantes.

Tomando 5.000 dólares para el PIBpC de un país en desarrollo, EE.UU. y Alemania tienen 8 veces más. Entre EE.UU. y la Unión Europea tienen un PIB de 30.6 billones de dólares, más de la mitad del PIB de todo el mundo⁷.

Otro indicador para proyectar estas cifras en el futuro es el índice de crecimiento del PIB. Para todo el mundo, el crecimiento es del 5,3%. Los índices son menores para los países ya desarrollados, como los Estados Unidos, que tienen un 3%, mientras que en los países en vías de desarrollo tienen crecimientos más altos, en su mayoría de más del 6%, y 14 de ellos por encima del 10%, como Mauritania (19%) y Angola (14%). Hay casos anómalos de países con un crecimiento muy bajo, como Corea del Norte, con un 1%. El índice de crecimiento ha aumentado en los últimos años: en el 2003 la media mundial era del 2,7%, frente al 5,3% actual. Este crecimiento rápido de los países menos desarrollados es una buena señal de que las economías tienden a homogeneizarse, aunque la riqueza aún sigue estando distribuida de forma muy desigual. La pobreza extrema sigue presente en el mundo. Según el Banco Mundial, en 2004, 982 millones de personas (el 15% de la población mundial) vivían con menos de un dólar al día, cifra que sigue manteniéndose hoy.

Estas cifras que hemos dado de la riqueza de los diversos países guardan una relación directa con las del consumo de energía. A mayor riqueza de un país, mayor es su consumo de energía. Como ya hemos notado que las fuentes de energía son limitadas, los países más ricos son los que más presión ejercen en su consumo. El consumo de energía, por otro lado, es muy desigual, como ya hemos mencionado. Estados Unidos consume anualmente 7,8 TEP (tonelada equivalente de petróleo) por persona; los países de la Unión Europea, una media de 4 TEP; mientras Kenia no pasa del 0,5, y Haití del 0,3. Esta desigualdad hace que los Estados Unidos, con sólo el 5% de la población mundial, consuma el 26% de la energía del planeta. Este gasto de energía es parecido para todos los países desarrollados. Canadá, por ejemplo, gasta más energía por persona que EE.UU.

7. <www.Photius.com/wfb1999/rankings/gdp_per_capita/>.

El primer interrogante ante el consumo total de energía de la población humana, y especialmente ante su tasa de crecimiento, es si podrán mantenerse por mucho tiempo los necesarios recursos energéticos, que, como ya hemos visto, son limitados. Es difícil hacer previsiones sobre la duración exacta de los recursos naturales, pero sí podemos poner límites a largo plazo, y éstos no son muy extensos. Estamos empezando ya a vivir la crisis de uno de estos recursos: el petróleo. Las esperanzas más optimistas, como ya hemos visto, ponen un límite de entre 40 y 75 años para el consumo de este carburante si se mantiene la demanda en el nivel actual, es decir, si se reduce a cero la tasa de crecimiento del consumo. Todo depende, naturalmente, del consumo de energía que se quiera mantener. Se calcula que un ciudadano americano consume aproximadamente el equivalente en energía a 10 toneladas de carbón anuales. Si multiplicamos por la población actual del mundo, el resultado sería un gasto energético de 60.000 millones de toneladas por año. Si tenemos en cuenta que las reservas mundiales de carbón, el carburante más abundante, se calculan en 910.000 Mtn, todas las reservas de este mineral se agotarían en 15 años. Si redujéramos el consumo de energía mundial al nivel de los pueblos subdesarrollados, aumentaríamos en un factor de 10 el número de años, siempre que en todo ese tiempo mantuviéramos constante la población. Ambas suposiciones no son muy reales.

El problema se complica al incrementarse de forma exponencial tanto la población como el consumo de energía por individuo. En el ejemplo del consumo de carbón, se calcula que en 2050, con una población de 9.300 Mh —es decir, 1,4 la actual— con el mismo consumo por individuo, quedaría carbón para 134 años más. Estas reservas se reducen radicalmente si suponemos, por ejemplo, que el consumo aumenta en un 3% anual. El desarrollo no depende sólo de los combustibles, sino de otros muchos productos. En una lista de 19 minerales más corrientes, desde el aluminio hasta el zinc, el tiempo estimado de duración, suponiendo un consumo con crecimiento exponencial con tasas entre el 1,5% y el 5%, oscilaría entre los 30 y los 150 años.

Estas estimaciones no pueden tomarse al pie de la letra y son únicamente indicativas. Quizá pueda parecer que 100 o 200 años es un período de tiempo muy largo; pero lo cierto es que, si no se

pone remedio ahora, la humanidad en esa época se verá en una situación límite. Para estos cálculos hemos supuesto que los recursos no son renovables, y los cálculos están basados en modelos muy simples de consumo. Algunos autores ponen en duda la exactitud de estas previsiones o arguyen en su contra afirmando que están basadas en datos tecnológicos ya superados. Sin embargo, está fuera de toda duda que los yacimientos de minerales se encuentran situados en regiones muy concretas de la corteza terrestre, y su génesis tiene que ver con los fenómenos geotectónicos. Sabemos, por tanto, que prácticamente todos los yacimientos ricos están siendo ya explotados y que no es difícil estimar su duración. De todos modos, sea cual fuere su capacidad, la Tierra es un medio de recursos finitos y no puede, por tanto, responder a una demanda ilimitada. Hasta ahora, desde el siglo XIX, tanto el aumento de consumo por individuo como el aumento de la población son de naturaleza exponencial. Ello impone un límite a los recursos muy cercano en el tiempo, por más optimistas que seamos a la hora de determinar su riqueza.

Otro factor a tener en cuenta es la enorme interrelación de todos los procesos tecnológicos, que, a pesar de su gran variedad, podemos reducir, en último término, a una demanda continua de energía, ya que ésta es necesaria para todos ellos. Por ejemplo, a medida que se van agotando los yacimientos con elevada concentración de minerales, la cantidad de energía necesaria para la extracción de minerales de menor concentración será cada vez mayor. Los procesos de concentración del mineral exigen también una gran cantidad de energía. Lo cual indica que, a medida que se vayan agotando los yacimientos ricos y se vaya haciendo necesaria la explotación de los yacimientos pobres, la demanda de energía será mayor.

Dentro de esta problemática se debe mencionar también el reciclaje, es decir, el aprovechamiento de todos los residuos no utilizables. Un perfecto reciclaje de todos los productos podría reducir a un mínimo la cantidad de nuevos materiales necesarios para el desarrollo. Sin embargo, no está nada claro si ello es posible en todos los casos. De todas formas, el reciclaje exige energía para volver a separar elementos que han entrado en la composición de los productos desechados y que se pretende volver a utilizar. En muchos casos, este aporte de energía es mayor que el ne-

cesario para la explotación a partir de los yacimientos naturales. A medida que los productos naturales van siendo más escasos, la importancia del reciclaje va aumentando. Éste es un punto a tener en cuenta en la planificación necesaria del uso de los recursos disponibles.

El excesivo optimismo respecto de las nuevas fuentes de energía, de cara a la solución del problema energético, no deja de ser igualmente problemático. Ya hemos visto cómo las fuentes de energía renovables aportan hoy tan sólo, en las estimaciones más optimistas, un 18% de la energía utilizada. Por otro lado, sean cual fueren los procesos utilizados, se necesitarán materias primas que, a su vez, también son limitadas. Es verdad que la disponibilidad de energía barata en grandes cantidades puede hacer posible el aprovechamiento de muchas fuentes de recursos que hoy no son rentables; pero este tipo de energía aún no está disponible. Lo mismo puede decirse de la extracción de minerales –casi siempre insuficiente y, por tanto, poco rentable– de las rocas de la corteza terrestre, no sólo de los cada vez más escasos yacimientos en los que dichos minerales se encuentran concentrados. El problema puede ser de tiempo, es decir, de que no se llegue a producir suficiente energía antes de que los recursos disponibles se encuentren agotados.

12.7. El problema de la contaminación

Un factor inherente al desarrollo económico y tecnológico y que tiene sobre éste una incidencia negativa es la contaminación⁸. En general, podemos considerar como contaminación todo vertido excesivo de productos de desecho en el medio ambiente, ya se trate de la atmósfera, de las aguas o de los suelos, y que puede ser perjudicial para la vida. En cuanto a su origen, la contaminación puede dividirse en dos grandes grupos: la natural y la antropogénica. Aquí nos interesa únicamente la segunda, sobre todo en re-

8. A.V. KNEESE, S.E. ROLFE y L.W. HARNET, *Ecología y Contaminación*, Marymar, Buenos Aires 1974; R.M. HARRISON, *Pollution: Causes, Effects and Control*, Royal Society of Chemistry, London 2001.

lación con los procesos de producción de energía. Aunque el problema de la contaminación es tan antiguo como el hombre, pues todo ser vivo contamina de alguna manera el medio en el que vive, dos factores han agravado la situación en épocas recientes: la concentración de población en las ciudades y el desarrollo industrial, ambos procesos agudizados especialmente desde mediados del siglo XIX.

La naturaleza tiene unos mecanismos de asimilación y destrucción de los productos contaminantes que funcionan mientras la concentración de dichos productos no sea muy elevada. En el caso de la contaminación debida a los productos orgánicos derivados de los seres vivos, suele decirse que, por cada molécula contaminante que se produce, la naturaleza ha desarrollado una enzima que la destruye. Esta ley funciona en la contaminación producida por los seres vivos y evita la concentración de moléculas orgánicas, manteniendo así el equilibrio ecológico. Este equilibrio se mantiene mientras el ritmo de la contaminación no supere el de la asimilación por parte de la naturaleza y mientras existan los mecanismos necesarios para dicha asimilación. Tal equilibrio se rompe con la aportación de la tecnología humana, que, por un lado, produce concentraciones muy altas de contaminantes a un ritmo que supera el de asimilación natural y, por otro, introduce en el medio ambiente productos para los que no existen mecanismos de degradación biológica. El hombre introduce en el ambiente moléculas nuevas no degradables que el mundo natural vivo no conoce y para las que no existen procesos que las destruyan. Un ejemplo a este respecto lo constituye la serie de hidrocarburos clorados, tales como el policlorobifenil, el triclorofenol, el DDT, etc., que entran en la composición de plásticos o son la base de insecticidas y herbicidas.

Además del problema de la aportación de sustancias no degradables, existe el más peligroso aún de la aportación al medio ambiente de sustancias definitivamente tóxicas. Un ejemplo en este sentido lo constituye la dioxina, producida en la fabricación del triclorofenol y cuyos efectos ya conocemos desde que se produjo la rotura de un reactor en la localidad italiana de Seveso en 1976. Podríamos hablar también de determinados metales como el mercurio, el plomo o el cadmio, al igual que otros productos que, como el DDT, en pequeñas cantidades no tienen efectos no-

civos, pero que pueden ser sumamente peligrosos si aumenta su concentración. En general, el problema de la toxicidad depende de las dosis aplicadas, y éstas, a su vez, de los complejos fenómenos de la concentración de los contaminantes. No se conocen todavía con detalle los efectos sobre los seres vivos y el equilibrio general ecológico cuando aumentan los niveles de productos tóxicos.

Desde el punto de vista del medio en el que se difunden los contaminantes, la contaminación puede afectar a la atmósfera, a las aguas (ríos, lagos y mares) y al suelo. Un capítulo aparte, por sus efectos especialmente nocivos, lo constituye la contaminación radiactiva. Por su movilidad, las dos primeras (la contaminación de la atmósfera y la de las aguas) son de una mayor importancia. Con respecto al foco inicial de la contaminación, se distingue entre contaminación puntual y no puntual. La contaminación puntual parte de un punto concreto, a partir del cual se extiende posteriormente. Es el caso, por ejemplo, del vertido de petróleo en aguas cercanas a Alaska, en 1989, por un accidente del petrolero Exxon Valdez, que afectó a una amplísima zona. En cuanto a las fuentes no puntuales, podemos citar la contaminación producida por las minas y los pavimentos, así como la que se produce en tierras de cultivo por causa de los fertilizantes y los pesticidas. Estas fuentes son más difíciles de controlar y afectan a la calidad tanto del aire como de las aguas.

12.8. Contaminación de la atmósfera, las aguas y el suelo

Para poder reflexionar sobre el problema de la contaminación vamos a presentar algunos datos muy fundamentales que pueden ayudarnos a hacerlo. Naturalmente, se trata de un fenómeno muy complejo, y aquí sólo podemos introducirnos en él de una manera muy elemental. Vamos a considerar, en primer lugar, la contaminación de la atmósfera, cuyas consecuencias nos son más conocidas⁹. La atmósfera está formada principalmente por un 78% de nitrógeno y un 21% de oxígeno. El oxígeno contenido en

9. D.M. ELSON, *Atmospheric Pollution: A Global Problem*, Blackwell, Oxford 1992.

la atmósfera, él mismo de origen biológico, es fundamental para la existencia de la vida sobre la Tierra. La contaminación de la atmósfera con otros gases y con partículas sólidas es en realidad anterior a la acción del hombre: sucede, por ejemplo, en las erupciones volcánicas. Pero sólo en la época industrial ha adquirido unas dimensiones alarmantes. Los principales contaminantes son, ante todo, los derivados de la combustión de carburantes (hidrocarburos y carbón), como los óxidos de carbono y de azufre, en especial el CO, CO₂ y SO₂ y los compuestos CH₃ y CH₄. Otro grupo de contaminantes son los compuestos clorofluorcarbonados (CFC), productos usados en los refrigeradores y aerosoles, y los relacionados con el nitrógeno, especialmente NO₂ y NH₃. Las fuentes contaminantes más importantes son las centrales térmicas, la calefacción urbana, los medios de transporte y las fábricas. El aumento de estos contaminantes en la atmósfera tiene una incidencia directa nociva en los seres vivos y en el hombre. Cuando la aportación de contaminantes es muy alta, situaciones meteorológicas determinadas como la producción de capas de inversión de temperatura, por ejemplo, pueden provocar concentraciones locales de sustancias nocivas para la vida.

Contaminantes que en sí no son tóxicos, como el anhídrido carbónico (CO₂) pueden tener un efecto negativo sobre ciertos fenómenos atmosféricos cuando se producen en grandes cantidades. Este gas, del que todos los años se liberan cientos de millones de toneladas, produce en la atmósfera un «efecto invernadero» que hace que aumente la temperatura en la Tierra y es el factor más importante en el acuciante problema del cambio climático. Una consecuencia de este proceso es el llamado «calentamiento global», que, entre otros efectos, produce un aumento de la temperatura de los océanos que podría amenazar con un rápido deshielo de los casquetes polares, lo que conduciría a una subida del nivel de los océanos y la consiguiente inundación de muchas zonas costeras. Pequeñas variaciones de la temperatura global de la Tierra pueden afectar gravemente a la fauna y la flora, como ya están empezando a hacer.

La emisión a la atmósfera de compuestos del carbón es especialmente elevada en los países desarrollados: se calcula que en EE.UU. y Canadá, por ejemplo, se emiten entre 600 y 1.600 millones de toneladas por año, mientras que en África no llegan a

los 100 millones. El incremento de CO₂ en la atmósfera ha aumentado en los últimos 50 años, de 315 ppm a 370 ppm (ppm = partes por millón). Esto puede parecer poco, pero su efecto es enorme. La preocupación por los niveles de CO₂ en la atmósfera, en especial por su incidencia en el cambio climático, llevó en 1997 a lo que se conoce como el «protocolo de Kyoto», que ha sido ratificado por 175 países y que se propone reducir las emisiones de este gas en un 61%, para recuperar los niveles de 1990.

Un efecto importante de la contaminación atmosférica es la destrucción de la capa de ozono (O₃) de la estratosfera (entre 10 y 15 km. de altitud), que protege de las radiaciones solares ultravioleta, perjudiciales para el hombre. Este efecto se observó por primera vez en 1985, constatándose que la capa de ozono, sobre todo en la Antártida, se había reducido prácticamente a la mitad, debido a la acción humana, en especial a los gases CFC, usados en refrigeradores y aerosoles. En 1997 se firmó un convenio internacional para reducir las emisiones de CFC y se prohibió su uso en los aerosoles. Con este convenio se espera que para el año 2050 la capa de ozono vuelva a los niveles de 1980. Existe además, en el nivel bajo de la atmósfera, otra capa de ozono producida por gases contaminantes y perjudicial para la salud.

La contaminación del agua es de capital importancia para la vida, y sobre ella se ha investigado mucho, al ser más controlable que la atmosférica. El agua dulce significa tan sólo el 3% de toda el agua del planeta, y sólo una pequeña parte de ella es fácilmente accesible en la superficie. Hay que tener en cuenta que con el desarrollo aumenta el consumo del agua por persona. En el problema de la contaminación, un aspecto importante desde el punto de vista de la salud es la introducción de elementos patógenos (bacterias, virus, protozoos) en el agua destinada al consumo humano. Entre las principales fuentes o clases de contaminación de las aguas que más preocupación causan en el momento presente, están la contaminación urbana, la industrial, la agrícola, la térmica, la de sedimentos, la relacionada con productos derivados del petróleo, la de la minería y la radiactiva.

Una fuente importante de contaminación del agua es la agrícola. Los desechos de las granjas y corrales de engorde de animales que van a parar a las aguas se pueden comparar, por sus efectos perjudiciales, a los de la industria. Aquí también influye el de-

sarrollo de un país, que conlleva un mayor consumo de carne como elemento básico de nutrición, cuya producción, a su vez, da lugar a una mayor contaminación. Se ha calculado que en los Estados Unidos los animales domésticos producen desechos que equivaldrían a los de una población humana casi diez veces mayor que la existente en aquel mismo país. Lo cual indica, que debido al nivel actual de consumo de carne, dicho país, sólo por este capítulo, produce una contaminación diez veces mayor que la que corresponde a su población.

Por su especial incidencia en el medio ambiente y su actualidad, debemos tener en cuenta la contaminación del agua debida a los productos derivados del petróleo. La contaminación por causa del petróleo no es intencionada, sino debida a los vertidos que se producen por causa de accidentes en las fuentes de producción o durante su transporte. Los vertidos de petróleo al mar por accidentes de barcos petroleros se han multiplicado enormemente desde que se produjo el primero de gran envergadura en 1967. La proliferación de oleoductos, con sus rupturas accidentales o simples fugas, son otra peligrosa fuente de contaminación de las aguas. El efecto negativo en la vida marina de las fugas de petróleo es bien conocido.

Menos conocida que la contaminación de la atmósfera y de las aguas, pero no menos importante, es la de los suelos, consistente en la acumulación en dichos suelos de compuestos químicos, sales y materiales radiactivos que son tóxicos y perjudiciales tanto para los humanos como para los animales y las plantas. El origen de esta contaminación está a veces relacionado con la contaminación atmosférica y de las aguas, al depositarse en los suelos los productos contaminantes que transportan. Pero hay una contaminación directa de los suelos debida a la intensificación en la agricultura del uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas. Aunque los elementos que componen los fertilizantes (potasio, nitrógeno y fósforo) no son directamente contaminantes, su intensificación puede producir efectos negativos. Otros productos, como los pesticidas y los herbicidas, sí pueden serlo.

La contaminación de los suelos por metales pesados nocivos para la salud, como el plomo, el zinc, el mercurio, el arsénico, el cobre, el cadmio y el cromo está directamente relacionada con la industria minera. Estos metales, además de ser altamente tóxicos

y afectar seriamente a la vegetación, resultan muy difíciles de eliminar, por lo general. Una fuente habitual la constituye el escaso cuidado con los vertidos industriales, cuyos productos son arrastrados por las lluvias y los vientos y pueden entrar en los acuíferos y contaminar grandes extensiones. La industria del vidrio, por ejemplo, hace un uso extendido del arsénico. Ésta es una industria muy antigua, y sólo recientemente se ha empezado a controlar el vertido de sus residuos. Otra fuente de contaminación de los suelos son los vertidos de hidrocarburos en toda clase de escapes fortuitos y accidentes durante su transporte.

La importancia de la contaminación radioactiva crece cada vez más, al plantearse la energía nuclear como una de las alternativas a los combustibles fósiles. La contaminación debida a las plantas nucleares de producción eléctrica va unida al problema de las fugas, los accidentes en las centrales y la eliminación de los residuos radioactivos. El más conocido de estos residuos es el plutonio, que, además de ser altamente tóxico, tiene una vida media de miles de años. El volumen de los desechos radioactivos no es todavía alarmante, pero con el aumento del número de centrales puede convertirse en un verdadero problema. Sobre el modo de disponer de los desechos no existe pleno acuerdo. Al aumentar el número de centrales nucleares (actualmente hay en todo el mundo 438), aumenta también la probabilidad de fallos y de posibles escapes radioactivos. El accidente en la central nuclear de Chernobyl, en Ucrania, el 26 de Abril de 1986, se ha convertido en la realización de los peores presagios que se habían hecho sobre los peligros de las centrales nucleares. El reactor accidentado contenía unas 150 toneladas de dióxido de uranio y elementos de fisión, la mayoría de los cuales fueron expulsados en la explosión que se produjo. Las condiciones meteorológicas difundieron de forma irregular la nube radiactiva, que afectó principalmente a Bielorrusia, Ucrania y el sur de Rusia y se extendió posteriormente por toda Europa central y del norte. Causó directamente 31 muertes, hizo que 200 personas tuvieran que ser hospitalizadas y obligó a la evacuación forzosa de 135.000 personas. En la zona más afectada, los problemas de salud todavía perviven en miles de personas, y los nacimientos de niños con taras debidas a la radiación son todavía frecuentes. Es muy posible que las consecuencias afecten a varias generaciones. En el año 2000 se llevó a

cabo el cierre definitivo de la central, y en 2004 se revistió con un recubrimiento que evita que las radiaciones salgan al exterior. Esta tragedia ha puesto de manifiesto la peligrosidad de este tipo de producción de energía cuando no se cumplen rigurosamente las exigentes normas de seguridad.

Aun sin entrar en muchos detalles, es importante mencionar dos importantes factores presentes en todo tipo de contaminación: la extensión y la concentración de los contaminantes. La extensión de los contaminantes está ligada a las corrientes de agua (marítimas, fluviales y subterráneas) y del aire en la atmósfera. La contaminación del aire y del agua tiende a extenderse y propagarse con los movimientos de estos dos fluidos. Cuando el ritmo de contaminación es pequeño, este fenómeno tiene un efecto positivo, produciendo la disipación de los contaminantes en unos niveles no especialmente nocivos. Cuando el nivel de contaminación es elevado, los efectos son adversos, al extenderse los contaminantes hasta regiones muy lejanas de las fuentes. Ya vimos cómo la nube radiactiva de Chernobyl se extendió, con mayor o menor intensidad, por todo el norte y centro de Europa. Los mecanismos de transporte de contaminantes son muy complicados, y éstos pueden aparecer en regiones desconectadas, al parecer, con la producción de la sustancia tóxica. Por eso el problema exige una política internacional del control de contaminantes. De nada sirve el control estricto en un país, si su vecino sigue contaminando.

El fenómeno de la concentración de los contaminantes es aún más difícil de controlar, ya que en él entran mecanismos muy diversos. Este fenómeno consiste en que ciertas materias, en especial tóxicas, que se liberan en el medio ambiente en proporciones muy pequeñas, terminan concentrándose hasta alcanzar proporciones elevadas y nocivas. El mecanismo más conocido de concentración es el biológico, por el que, a través de la ingesta de alimentos contaminados, el contaminante se va concentrando cada vez más en los seres vivos. Dos ejemplos clásicos son los del mercurio y el DDT.

Finalmente, apenas si se conocen los efectos a largo plazo de la contaminación. Un ejemplo al respecto puede ser la contaminación radioactiva por residuos de las centrales nucleares. Si el ritmo de crecimiento del número de centrales se mantiene, la

cantidad de residuos acumulados en un período de 100 años puede ser realmente preocupante. No sabemos si los sistemas de almacenamiento de residuos son realmente seguros a largo plazo. En realidad, cualquier contaminante puede tener, a largo plazo, consecuencias que hoy desconocemos. Tampoco sabemos si diferentes contaminantes pueden reaccionar entre sí con efectos nocivos, ni cuáles son los efectos a largo plazo de dosis pequeñas en el hombre y en otros organismos. Quizá sea éste uno de los problemas en los que escasea más la información y que pueden deparar verdaderas sorpresas en el futuro. La lenta manipulación del medio ambiente con contaminantes, ya sean tóxicos o inertes, pero a ritmos no asimilables y con productos para los que la naturaleza no ha desarrollado las oportunas defensas, puede llevar a situaciones irreversibles de deterioro de organismos y de efectos perjudiciales para la salud del hombre y su supervivencia.

12.9. Responsabilidad ética y control del desarrollo

Hemos visto muy esquemáticamente cómo el crecimiento y desarrollo de la especie humana sobre la tierra conlleva un efecto negativo, motivado primordialmente, entre otros factores, por la disminución de los recursos y el aumento de la contaminación, que inciden ambos en un deterioro de los medios de vida y en un aumento de la tasa de mortalidad. El desarrollo actual de la humanidad conlleva un doble crecimiento exponencial, tanto en población como en consumo de energía por individuo, que resulta en un aumento global del consumo de energía, sea cual fuere la fracción que corresponda a cada parte. Tanto el crecimiento de población, al que hay que añadir su concentración en grandes ciudades, como el crecimiento del consumo de energía por individuo, motivado por el aumento de servicios exigidos por cada persona, tienden a disminuir los recursos existentes y aumentar la contaminación. Si estos dos procesos mantienen su actual ritmo de crecimiento exponencial, el peligro de un colapso total en un futuro no muy lejano puede ser más que probable.

Ante esta situación se plantea una serie de problemas éticos, que tienen que ver a) con el bienestar de la población actual y su participación en los recursos materiales; b) con el bienestar de

futuras generaciones, que se verán afectadas por el agotamiento de los recursos y el deterioro del medio ambiente, con sus negativas consecuencias para el hombre; y c) con la responsabilidad hacia el medio ambiente mismo y hacia los otros seres vivos no humanos. La incidencia actual de la actividad del hombre en la naturaleza ha modificado radicalmente su relación con ella. Consciente de su incidencia sobre la naturaleza, el hombre ve hoy ésta, no como algo de lo que tiene que defenderse, sino algo que tiene que defender de su propia actividad. La naturaleza se percibe hoy como un bien frágil, expuesta a la acción, en muchos casos destructora, del hombre mismo. Ante esta situación, se plantean hoy nuevos problemas éticos que tienen que ver, entre otras cosas, con la explotación racional y moderada de los recursos materiales, la participación uniforme de todos en ellos, su reserva para futuras generaciones, la protección del medio ambiente, la conservación de la riqueza biológica y el valor de los elementos no humanos de la naturaleza. Esta problemática, como ya hemos visto, ha dado origen a lo que hoy se conoce como ética ambiental.

El primer análisis del efecto adverso, a nivel global, del crecimiento indiferenciado de población, inversión de capital y servicios exigidos, dentro de un mundo de dimensiones y recursos limitados, es el llevado a cabo bajo los auspicios del Club de Roma, que publicó su primer informe sobre los límites del crecimiento en 1972; otro informe, veinte años más tarde, en 1992; y un último nuevo informe en 2004¹⁰. En estos informes se examinan la naturaleza y los límites del crecimiento exponencial global, tanto de la población como del consumo de energía. El estudio analiza la proyección en el futuro de diferentes modelos de desarrollo de la humanidad, teniendo en cuenta el conocimiento que poseemos de los recursos disponibles y de los niveles de contaminación debidos a los procesos tecnológicos. Los resultados muestran que el crecimiento exponencial, tanto en población como en desarrollo, que la humanidad ha experimentado en los últimos dos siglos

10. D.H. MEADOWS, *The Limits of Growth. A Report for the Club of Rome*, Potomac, Washington 1972; E. PESTEL, *Beyond the Limits to Growth: A Report to the Club of Rome*, Universe Books, New York 1989; D.H. MEADOWS y J. RANDERS, *The Limits of Growth: The 30 Year Update*, Chelsea Green, New York 2004.

conducirá a una brusca parada del crecimiento en un futuro no muy lejano, antes del año 2100. Considerando el problema de forma global, el crecimiento exponencial de población exigirá para los años futuros tal grado de industrialización que los recursos disponibles no tardarán en verse agotados, y la contaminación aumentará de tal forma que se producirá un aumento de la tasa de mortalidad y una disminución de la producción de alimentos. Este escenario, en el peor de los casos, llevaría a una detención del crecimiento mismo que podría ser catastrófica e irremediable.

La solución a este problema se plantea en términos de lo que se denomina el «estado de equilibrio global» y que se define como el estado en el que la población y el capital del mundo son esencialmente estables (crecimiento cero), con las fuerzas que tienden a aumentarlos o a disminuirlos en un equilibrio cuidadosamente controlado. En términos de la fórmula que utilizábamos al principio, esto exige que tanto p (la tasa de aumento de población) como e (el consumo de energía por individuo) se mantengan en unos niveles muy bajos o nulos, y al mismo tiempo se fija el número de población global y el de consumo de energía por individuo semejante para todos o, cuando menos, asegurando a todos un nivel mínimo. No se entra en detalles de cómo puede lograrse la transición del estado actual de crecimiento exponencial al de equilibrio, aunque sí se pone de manifiesto que la mayor dificultad estriba en llegar a una distribución igualitaria de los recursos disponibles. Sin embargo, tal distribución igualitaria o, por lo menos, sin unas diferencias tan grandes como las actuales, es necesaria en todo presupuesto para una supervivencia justa en el mundo del futuro. La situación actual de crecimiento demuestra que no sólo no se reducen las diferencias entre países pobres y países ricos, sino que crecen cada vez más. Debido a estas dificultades, recientemente se abandona el modelo global, por excesivamente simplista, y se adopta un modelo de desarrollo regionalizado. En este modelo, cada una de las grandes regiones de la tierra se desarrolla a distinto ritmo y de distinta manera, de acuerdo con sus características propias y su nivel de desarrollo actual. El modelo de solución que se propone ahora es de crecimiento orgánico regionalizado.

Hemos visto algunos de los problemas creados por el aumento exponencial de población y desarrollo industrial proyectado

hacia el futuro en un mundo de recursos finitos. Esta situación exige tomar decisiones de gran alcance y crea grandes problemas de tipo ético que no han sido aún suficientemente comprendidos. Como hemos hecho a lo largo de este capítulo, nos limitaremos aquí a los que se refieren a la utilización de recursos y fuentes de energía y al control de la contaminación. Uno de los factores a tener en cuenta es la globalización de los problemas. El problema de la globalización es un problema nuevo, que se extiende a muchos aspectos de la vida. Tanto la utilización de los recursos como la contaminación son problemas que sólo pueden resolverse a nivel global. Aunque la situación en cada región es distinta, los problemas están tan interrelacionados que no puede buscarse una solución exclusivamente de carácter regional o nacional. Ya hemos visto, por ejemplo, cómo la extensión de los contaminantes hace prácticamente inútiles los programas puramente nacionales. Un país puede contaminar a otro, y las soluciones tienen que ser necesariamente globales. El Protocolo de Kyoto para poner coto a la contaminación de la atmósfera de gases de efecto invernadero es un ejemplo de la necesidad de plantear soluciones en las que participen todos los países. Si se tiene en cuenta que la contaminación guarda proporción con el consumo de energía por persona, no se puede hacer cargar a los pueblos de bajo consumo con las consecuencias del despilfarro de los países ricos.

Por otro lado, toda decisión sobre control de la contaminación con lleva consecuencias económicas que pueden gravar o favorecer respectivamente a un país o a otro. Un país que impusiese un riguroso control de contaminación en los procesos de producción saldría perjudicado económicamente frente a otros que, sin esos controles, producirían a más bajo coste. Las empresas multinacionales podrían establecer las industrias más contaminantes en países pobres, donde las exigencias de control son mínimas, para lograr un beneficio económico (una práctica que ya existe, por cierto). Otro problema lo ocasiona el transporte de sustancias peligrosas. Los accidentes en esta clase de transportes crean situaciones críticas a los países por donde pasan y son también un asunto que hay que regular internacionalmente. Es preciso, por tanto, que el control de contaminantes se establezca a nivel mundial y esté regido por el interés y el bien común de toda la sociedad, no sólo de un país o de una industria particular.

Las decisiones se han de tomar a nivel internacional, y la intervención de los organismos internacionales es cada vez más necesaria. El problema del calentamiento global, producido por la contaminación de gases que contribuyen al «efecto invernadero», es un ejemplo de problema global al que sólo se puede poner remedio a través de convenios internacionales.

Lo mismo sucede con la utilización de los recursos materiales. Así como en muchos países se ha llegado a la nacionalización de las fuentes de recursos, se tendría que llegar en un futuro a su internacionalización. Un país o grupo de países no puede controlar y especular con las fuentes de recursos que se encuentran en su suelo. Las necesidades del mercado tienden a equilibrar el intercambio, pero hasta ahora este mecanismo favorece siempre a los países desarrollados frente a los pobres. Ningún país puede hoy hacerse autosuficiente, dada la complejidad de productos necesarios en el desarrollo tecnológico actual. La finitud de los recursos irá haciendo sentir cada vez más la necesidad de una política global de explotación. Pero para llegar a instrumentar dicha política queda un largo camino por recorrer, sobre todo cuando se comprueba, por ejemplo, cómo el petróleo o el gas natural se han convertido en instrumentos políticos en manos de los países que los poseen.

La complejidad y la interconexión de los procesos de contaminación y explotación de los recursos naturales es otro factor a tener en cuenta. Fenómenos, al parecer independientes, pueden ser consecuencia unos de otros, en una larga cadena de procesos. Como ya hemos mencionado, aún no se conocen debidamente los efectos a largo plazo sobre los organismos vivos y la incidencia en la cadena alimenticia de muchos contaminantes. Lo cual complica la toma de decisiones, al carecerse del conocimiento adecuado en muchas situaciones. La resistencia generalizada en muchos países a aceptar los alimentos genéticamente modificados es un ejemplo de esta complejidad. Por un lado, tales productos tienen ventajas y pueden servir para resolver el problema del hambre en el mundo, mientras que, por otro, no se conocen bien cuáles pueden ser las consecuencias a largo plazo.

La consideración del futuro es un factor cada vez más importante a tener en cuenta en las decisiones éticas relacionadas con el progreso. Hasta hace relativamente poco, el hombre necesitaba

únicamente prever las consecuencias de sus decisiones en un futuro inmediato. El futuro, además, se concebía en continuidad con el presente. Hoy la aceleración en los procesos de la tecnología moderna hace casi imposibles las previsiones de futuro. Prácticas actuales que se consideran normales pueden conllevar cambios irreversibles en el medio ambiente para un futuro lejano. Las medidas que se toman en un momento dado tienen cada vez un alcance mayor y más difícil de prever. Por ejemplo, la acumulación de residuos de alta radioactividad y larga vida de las centrales nucleares en almacenamientos seguros es uno de estos problemas. Tales productos tienen una vida activa de miles de años, y no es posible tener seguridad alguna de que los métodos actuales para su almacenamiento sean válidos a tan largo plazo. La contaminación atmosférica es otro problema que se plantea también a largo plazo. Los gases contaminantes pueden influir en la reflectividad y absorción de la atmósfera, produciendo un calentamiento o un enfriamiento general de la Tierra, con severos cambios climáticos. Algunos de los modelos propuestos para sus efectos en 50 y 100 años prevén situaciones catastróficas, como son el aumento del nivel del mar y numerosos episodios de situaciones meteorológicas extremas, si no se pone remedio ahora en orden a reducir los niveles de contaminación. Otros ejemplos de estos efectos a largo plazo pueden ser las alteraciones del equilibrio ecológico por el uso masivo de insecticidas y herbicidas, así como los efectos en los seres vivos de los cambios climáticos producidos por la contaminación de la atmósfera a gran escala. A largo plazo, también, el ritmo de extracción de minerales puede dejar a las futuras generaciones con una pobreza extrema de recursos, antes de que la tecnología haya encontrado la manera de reemplazar estos productos.

12.10. Control y consumo uniforme de energía

Los problemas que hemos presentado llevan a la conclusión de que tanto la utilización de los recursos naturales como la contaminación del medio ambiente, procesos ambos subsecuentes al desarrollo, deben ser controlados. Al no ser ilimitados los recursos ni la capacidad de asimilación de los residuos por el medio

ambiente, el hombre, tarde o temprano, ha de imponer un límite a su consumo de energía¹¹. En la actualidad, la desigualdad en el consumo de energía de una familia de un país subdesarrollado, que se limita prácticamente a supervivir a un nivel puramente biológico, y la de una familia de un país desarrollado, con uno o más automóviles, calefacción, aire acondicionado, lavadora, congelador, etc., es enorme. Si ha de controlarse el consumo de energía por individuo, primero ha de lograrse una igualdad o similitud en este consumo y un reparto equitativo de los recursos.

Esto supone que los países de mayor consumo han de aprender a vivir con menos y, al mismo tiempo, cooperar al desarrollo de los países pobres, cuyo consumo ha de aumentar. Los desequilibrios actuales no pueden mantenerse, y mucho menos seguir aumentando, como está sucediendo en la actualidad. A pesar de que el ritmo de crecimiento actual en los países en desarrollo es mayor que en los desarrollados, la diferencia en los niveles de desarrollo es todavía muy grande. El mundo no puede enfrentarse tranquilamente ante una situación en la que más de dos tercios de su población sufre de extrema necesidad, mientras que una minoría vive en una opulencia cada vez mayor. Se calcula que sólo una sexta parte de la población global acumula el consumo mayor de energía. La necesidad más acuciante de la necesaria alimentación, es decir, el problema del hambre en el mundo, continúa sin resolverse. Según la FAO (*U.N. Food and Agricultural Organization*) se calcula que el hambre o la malnutrición afectan actualmente a un 13% de la población mundial, es decir, a unos 850 millones de personas, de los cuales 300 millones son niños. El nivel de hambre se pone en el consumo por persona de menos de 1.800 calorías diarias. En los países desarrollados, el nivel es mucho más alto en EE.UU. (3.600 cal.) y en la UE (3.400 cal.). De toda la población mundial, se calcula que el 30% está bien alimentado, el 57% mal alimentado, y un 13% sufre hambre extrema. Además, el ritmo de crecimiento de la población más acelerado en los países pobres hace que se agudice aún más esta situación, la cual está exigiendo una nueva ética de consumo en la que ac-

11. D.L. GOLDBLATT, *Sustainable Energy Consumption and Society*, Springer, Berlin 2005.

túen como actores primordiales la finitud de los recursos, la protección del medio ambiente y la solidaridad con toda la humanidad. En 1996, los jefes de estado, a propuesta de las Naciones Unidas, se propusieron reducir a la mitad el número de hambrientos (a 450 millones) para 2015, lo cual no lleva camino de hacerse realidad. No es un problema de alimentos, pues se calcula que la producción actual sería suficiente para asegurar el consumo de 2.720 calorías por persona diarias; se trata de un fenómeno complejo de producción y distribución, agravado por la inestabilidad y corrupción de los gobiernos y por los conflictos y guerras locales.

Es difícil prever cómo reaccionarán las poblaciones de los países desarrollados ante la necesidad de reducir, aunque sea en una pequeña proporción, el consumo de energía en su vida diaria. Estamos asistiendo a tímidos esfuerzos en este sentido y vemos que, en general, estas medidas no son populares. Los países tienen que aprender que los problemas no pueden resolverse a nivel nacional, y que los recursos naturales pertenecen a toda la humanidad y no al grupo humano que ocupa la región en la que se encuentran dichos recursos. Las tensiones políticas ante las medidas tomadas por los países productores de petróleo son una indicación de lo que puede ocurrir en el futuro con el hierro, el cobre, el uranio, etc. Otro problema es la concentración del desarrollo de las innovaciones tecnológicas en unos pocos países, en los que se crea ciencia y tecnología, mientras que los demás se limitan a utilizarla. La actual dependencia generalizada de la tecnología proporciona a estos países una hegemonía económica y política muy por encima de la que puede proporcionar la posesión de materias primas. Este factor incide en los desequilibrios entre unos países y otros, acentuándolos. Si se agravan estas situaciones, se está poniendo al límite la posibilidad de conflictos entre naciones. Por otro lado, como ya hemos apuntado, los países subdesarrollados, cuya población irá aumentando y que, de seguir las tendencias actuales, verán aumentar cada vez más su diferencia de nivel de vida con las minorías desarrolladas, pueden verse tentados por actuaciones desesperadas. El nuevo fenómeno del terrorismo puede estar indicando a lo que pueden estar dispuestas algunas minorías que no ven otra solución a su situación. Toda solución de un control de consumo global de energía ha de

ir precedida, por lo tanto, de un esfuerzo para conseguir la eliminación de los grandes desequilibrios existentes y un paulatino y eficaz desarme universal.

Evitada esta confrontación posible entre naciones o bloques humanos, sigue aún por resolverse el problema de un desarrollo uniforme de la humanidad. Ante los factores que ya hemos indicado, quedan descartadas las tasas actuales de crecimiento exponencial, tanto industrial como de población. Tampoco podemos creer ciegamente en la capacidad del progreso científico técnico para resolver los problemas a medida que se vayan creando. La situación es única y no tiene parangón en el pasado. Frente a este problema, la experiencia de la historia no puede enseñarnos nada, y las consecuencias de tomas de decisión equivocadas pueden ser graves.

12.11. Consumo de energía y calidad de vida

El continuo crecimiento del consumo de energía, a medida que aumenta el desarrollo de un país, redundará negativamente en los dos factores que hemos analizado y somete a una exigencia continua a los recursos naturales, al tiempo que los procesos que utiliza conllevan la aportación de residuos perjudiciales al medio ambiente. Como ya hemos visto, estos dos procesos impondrán, a la larga, una limitación a las posibilidades de vida sobre la tierra. No es posible augurar un buen futuro a la supervivencia si no está basado en una participación uniforme de todos los seres humanos en los recursos disponibles. Esto significa que no pueden prolongarse por mucho tiempo las diferencias actuales de consumo de energía por individuo entre los países ricos y los países pobres. Sin embargo, extender a toda la humanidad los niveles de consumo de energía actuales de los países desarrollados impondría una enorme exigencia, no sostenible por mucho tiempo, sobre unos recursos y fuentes de energía limitados. Si queremos mantener un futuro para la humanidad, el consumo ha de controlarse. ¿No supone esto detener el progreso? Al parecer, nos encontramos en un callejón sin salida. Aunque el aumento de la población mundial se estabilice, como predicen algunos, en unos 11.000 millones de habitantes hacia el año 2050, el problema de

asegurar un nivel de vida digno para todos y sin grandes diferencias sigue siendo un gran reto.

La calidad de vida viene medida por el Índice de Desarrollo Humano (*Human Development Index*: HDI). Éste es un índice normalizado (de 0 a 1) que tiene en cuenta para cada país factores como la esperanza de vida, el nivel de educación, la renta per cápita, la igualdad de renta y la tasa de pobreza. El HDI medio mundial es de 0,7 y oscila entre el 0,98 de Noruega y el 0,34 de Sierra Leona. La relación entre el valor de HDI y el consumo de energía no es totalmente directa. Los valores más bajos de HDI, menos de 0,7 –es decir, por debajo de la media mundial–, corresponden a valores bajos de consumo de energía menores de 1 TEP anual por persona. Valores altos de HDI, mayores de 0,9, corresponden a un consumo de energía por encima de 2,4 TEP. Los países ricos consumen hasta 10 TEP. En los países desarrollados, con un valor parecido de HDI del orden de 0,9, el consumo de energía varía entre 2,4 y 10 TEP por persona. Esto indica que la calidad de vida necesita un consumo mínimo de energía por persona que se ha puesto en 2,4 TEP, pero la calidad no aumenta con el consiguiente aumento de consumo. Actualmente, el consumo medio mundial está por debajo de ese mínimo en 1,7 TEP por persona y año. La evolución del HDI en el tiempo muestra que, entre 1975 y 2004, en los países desarrollados se ha pasado de 0,84 a 0,92; en los semidesarrollados, de 0,67 a 0,8; y en cuanto a los países pobres, en unos se ha aumentado entre 0,43 y 0,61, y en otros se ha mantenido estable entre 0,43 y 0,48. En conclusión, aunque el consumo de energía es un factor importante en la calidad de vida, a partir de un cierto consumo el aumento de éste no hace que se incremente dicha calidad. Esto es algo importante y a tener en cuenta.

Como ya han entendido muchos autores, la solución estriba en romper el lazo de unión entre el consumo de energía y la calidad de vida. Esta última suele asociarse actualmente a un mayor consumo de energía por persona que le proporciona una serie de beneficios materiales. Sin embargo, una vida más plena y de mayor calidad en todos los sentidos no implica necesariamente un mayor consumo de energía. Aceptar este principio supone un cambio radical en los hábitos de consumo establecidos en los países desarrollados y que los países pobres tienden a imitar. Tam-

bién los modelos económicos basados en el consumo habrán de adaptarse y subordinarse al principio de que sólo aquellas actividades que no implican grandes consumos y no producen severos aumentos de contaminación son, a la larga, rentables. La vuelta a un ritmo más pausado de vida y a una cierta limitación de bienes materiales será absolutamente necesaria. Actividades que no requieren gran consumo de energía, tales como la educación, las artes, la religión, la ciencia, los deportes, etc., podrán adquirir niveles cada vez más altos. El gasto en armamento se reduciría a unos mínimos que aseguraran la paz mundial. En este sentido, el control del desarrollo no significa la detención del progreso, sino su racionalización. De todas formas, un cierto bienestar material, por encima de las exigencias mínimas para la supervivencia, ha de quedar asegurado para todos. Por otro lado, se ha de asegurar una libertad de decisión individual, no aniquilada por una regimentación total de la vida por parte de las autoridades públicas. Lo cual plantea el difícil equilibrio entre el control gubernamental y la libertad individual. La solución debe pasar por el establecimiento de nuevos modelos de sociedad en los que estos extremos queden salvaguardados.

Los detalles de cómo será este modelo de vida, que implica un continuo progreso en la calidad de vida, un equilibrio en las exigencias de consumo y un respeto eficaz al medio ambiente, no son fáciles de describir. El proceso por el que ha de llegarse a este modelo de sociedad tampoco se puede determinar con exactitud. Lo único que podemos decir es que exigirá un verdadero acopio de recursos morales por parte de los pueblos y un esfuerzo político, económico, científico y tecnológico concertado a nivel de toda la humanidad. Toda una serie de decisiones éticas deberán tomarse para llegar a esta situación. Queda, por tanto, una gran cantidad de interrogantes: ¿quién debe imponer esta política; cada país, cada individuo, una organización internacional...?; ¿cómo se debe obligar a su cumplimiento?; ¿debe sancionarse su incumplimiento por parte de los individuos, las organizaciones y los países?; ¿quién decide las acciones concretas?; ¿cómo se puede llegar a un acuerdo sobre ellas?... Éstas no son más que una muestra de los grandes problemas que habrán de resolverse.

Para las próximas décadas queda planteado este grave problema, del que depende el modo y aun la supervivencia misma de la

humanidad. El ser humano no puede cerrar los ojos y esperar inactivo a que se presente la crisis, que puede ser ya irremediable. Una toma de conciencia y una puesta en práctica de las medidas necesarias es algo absolutamente urgente. Pero no todo ha de verse con pesimismo; la humanidad posee suficientes recursos morales y tecnología para hacer frente a este grave problema. Como ha sucedido en otras crisis de la historia, el ser humano puede afrontar este nuevo desafío, aunque para ello necesite mayores reservas morales que en el pasado. En la resolución de estos problemas desempeñan un papel importante la ciencia y la tecnología, y debe también ayudar el sentimiento religioso, capaz de aportar una correcta relación entre el hombre y la naturaleza.

12.12. La hermana-madre tierra

Hemos visto cómo el deseable incremento de la calidad de vida y su generalización conducen a un aumento del consumo de energía, que se multiplica al crecer la población. Esto conlleva una creciente demanda de fuentes de energía y de recursos, con el consiguiente deterioro del medio ambiente del que dependemos, del mismo modo que dependen de él las demás formas de vida que se ven afectadas. Aunque el hombre siempre ha sentido una cierta responsabilidad con respecto al mundo que le rodea, hasta hace relativamente poco no ha sido consciente de las agresiones que es capaz de infligir al medio ambiente y a otras formas de vida. Hoy empezamos a ser conscientes de esta responsabilidad y de la obligación que a todos compete de preservar la riqueza y el equilibrio de la naturaleza. La práctica de la ciencia y la tecnología ha de cooperar en este sentido y no fomentar actitudes de dominio y agresión a la naturaleza. El sentimiento religioso debe también ayudar en este sentido. En todas las religiones, como hemos visto, se da una relación entre el mundo y la divinidad que proporciona un cierto sentido religioso a la naturaleza. En ellas la armonía del hombre y la naturaleza es vista como algo positivo y deseable, como una exigencia del propio sentimiento religioso.

Desde el punto de vista cristiano, todo cuanto nos rodea es obra de la acción creadora de Dios y, por tanto, no podemos utilizarlo ni destruirlo a nuestro antojo. Más aún, el misterio de la

Encarnación, por el que Dios se une al universo material en Jesucristo, confiere a la naturaleza un cierto sentido sacramental. En ella se puede descubrir la presencia de Dios. En su *Cántico de las criaturas*, San Francisco de Asís se refiere a la Tierra con esta invocación: «Loado seas, mi Señor, por nuestra hermana, la madre Tierra, que nos sustenta y gobierna y que produce diversos frutos, hierbas y flores de color»¹². Al aclamarla como hermana y madre, San Francisco está indicando una actitud ante la Tierra de respeto y agradecimiento que concuerda con la preocupación del hombre de hoy por la preservación de la naturaleza y el medio ambiente. No sin razón se considera a San Francisco el patrono del movimiento ecologista. Con el título de «hermana» dado a la Tierra, reconoce la hermandad del hombre con las demás criaturas; y al llamarle «madre» ve en ella la matriz de donde han surgido todas ellas. El título de «madre» añade el reconocimiento de la dependencia de la Tierra para nuestra supervivencia, sustento y vida. Su cántico se dirige a todas las criaturas: «Loado seas por toda criatura, mi Señor», y de esta forma puede llamar «hermano» o «hermana» al sol, la luna, las estrellas, el agua, el fuego y hasta la misma muerte. No hay en esta actitud de San Francisco ningún asomo de superioridad o de dominio, y mucho menos de agresión a la naturaleza.

Mientras que en el pasado la densidad de población era pequeña, lo mismo que su exigencia de consumo de energía, la acción del ser humano no representaba un peligro serio para la naturaleza. Pero el crecimiento de la población y el incremento en el consumo de energía en el mundo desarrollado, como hemos visto, empieza a plantear serios problemas. Es razonable la preocupación en nuestros días por la conservación de la naturaleza, la administración de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente; y el cristiano no puede ser ajeno a ella. El hombre de hoy ha olvidado su condición de criatura, viciando de este modo su relación con el resto de la creación. Olvidándose del Dios creador, ha pervertido también su actitud frente a la naturaleza. Be-

12. SAN FRANCISCO DE ASÍS, *Escritos, biografía, documentos de la época* (edición preparada por J.A. Guerra), Biblioteca de Autores Cristianos, Madrid 1978, p. 399.

nedicto XVI se hace eco de esta preocupación y nos anima a escuchar «la voz de la Tierra». Llama nuestra atención sobre el hecho de que «hoy todos sabemos que el hombre podría destruir el fundamento de su existencia, su Tierra», y nos advierte de que, «si queremos sobrevivir, debemos respetar las leyes interiores de la creación, de esta Tierra, aprender dichas leyes y obedecerlas»¹³. Para muchos, la hermana-madre Tierra de San Francisco se ha convertido hoy únicamente en una fuente de recursos que el ser humano cree poder explotar ilimitadamente para su disfrute, olvidando que comparte la naturaleza con otras criaturas a las que debe respetar. Su solidaridad no sólo debe extenderse a todos los humanos, incluidas las generaciones futuras, sino a todos los seres vivos. El equilibrio de la biosfera, a la que el hombre pertenece, no puede alterarse con agresiones que pueden llegar a ser irreversibles. El hombre tiene que comprender que él no es más que administrador de los bienes de la tierra, no su dueño absoluto. Al alabar a Dios con San Francisco por toda la creación, debe seguir mirando a la Tierra como hermana y madre.

13. BENEDICTO XVI, Encuentro con los sacerdotes de las diócesis de Belluno-Feltre y Treviso (26 de julio de 2007).

Títulos publicados

XABIER PIKAZA

Dios es Palabra.*Teodicea cristiana*

JAVIER MELLONI RIBAS

El Uno en lo Múltiple.*Aproximación a la diversidad
y unidad de las religiones*

VICTOR H. MATTHEWS /

DON C. BENJAMIN

Paralelos del Antiguo Testamento.*Leyes y relatos del Antiguo Oriente Bíblico*

RICHARD GRAMLICH

La mística del islam.*Mil años de textos sufíes*

HERBERT VORGRIMLER

Karl Rahner.*Experiencia de Dios
en su vida y en su pensamiento*

MOHANDAS GANDHI

Escritos Esenciales.

RICHARD A. HORSLEY /

NEIL ASHER SILBERMAN

La revolución del Reino.*Cómo Jesús y Pablo
transformaron el mundo antiguo*

AUGUST FRANZEN

Historia de la Iglesia.

MANFRED LÜTZ

Dios.*Una breve historia del Eterno*

KLAUS BERGER

Jesús.

Ciencia y religión

¿Son ciencia y religión incompatibles y opuestas? ¿Ha perseguido la Iglesia a los científicos? ¿Murió Galileo en la hoguera condenado por la Inquisición? ¿Han condenado los papas la teoría de la evolución? ¿Son la mayoría de los científicos materialistas y ateos?

Muchas afirmaciones negativas sobre la relación entre ciencia y religión se siguen repitiendo hoy, a veces con enconada virulencia, y algunos ven en la religión un virus maligno que se opone al progreso de la ciencia. El tema necesita de una reflexión seria y serena que examine las conexiones entre ciencia y religión como formas de conocimiento y como fenómenos sociales, y cuáles han sido estas conexiones a lo largo de la historia, en especial en relación con el cristianismo.

El origen del universo es hoy un tema científico candente. Por otro lado, la tradición religiosa judeo-cristiana afirma que el universo ha sido creado por Dios. ¿Podemos compaginar ambas cosas? El famoso físico Stephen Hawking afirma que, si el universo es autocontenido, no es necesario un creador.

Para la ciencia, el hombre es una especie biológica surgida como una rama en el árbol de la evolución de la vida sobre la tierra. La Biblia nos dice que el hombre fue creado por Dios a su imagen. El hombre imagen de Dios y producto de la evolución biológica ¿son ideas compatibles?

El problema de la degradación del medio ambiente plantea al hombre de hoy serios problemas éticos a los que la ciencia y la religión pueden aportar importantes contribuciones.

En este libro se trata de estos y otros problemas de la relación entre ciencia y religión con serenidad y claridad, al objeto de ayudar a una reflexión seria sobre el tema.