



La  
**CIENCIA**  
descubre a  
**Dios**

Siete argumentos a favor  
del Diseño Inteligente

Ariel A. Roth

La  
**CIENCIA**  
descubre a  
**Dios**



*ariel a.* ROTH

La  
**CIENCIA**  
descubre a  
**Dios**

Siete argumentos a favor del Diseño Inteligente



Colección: **Semillas de Esperanza**  
Título: **La ciencia descubre a Dios**

Autor: Ariel A. Roth  
Diseño y desarrollo del proyecto: Equipo de Editorial Safeliz  
Traducción y maquetación: Cantábriga, SC  
Edición: Daniel Bosch Queralt

Copyright by © **Editorial Safeliz, S. L.**  
Pradillo, 6 · Pol. Ind. La Mina  
E-28770 · Colmenar Viejo, Madrid (España)  
Tel.: [+34] 91 845 98 77 · Fax: [+34] 91 845 98 65  
admin@safeliz.com · www.safeliz.com

Junio 2010: 1ª edición en formato digital

ISBN: 978-84-7208-265-6

*No está permitida la **reproducción total o parcial** de este libro (texto, imágenes o diseño) en ningún idioma, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el **permiso previo y por escrito** de los titulares del 'Copyright'.*

# *Dedicatoria*

*A mi muy paciente esposa, Lenore.  
Ella es consciente, más que la mayoría,  
de que, cuando se escribe un libro,  
¡casi todos los que están en la esfera  
de influencia del autor también sufren!*

# *Agradecimiento*

*Tengo una deuda de gratitud con muchísimas personas con las que he mantenido largas y muy fructíferas conversaciones. Mis estudiantes, y en especial los de posgrado, han sido una fuente persistente y reparadora de nuevas ideas y nuevos retos. Estoy muy agradecido al talento editorial de Gerald Wheeler, que obra maravillas a la hora de convertir mis torpes palabras en presentaciones fáciles de entender. Su conocimiento, su interés y sus aportaciones en este complicado debate han sido particularmente útiles.*

*Varios colegas con formación y experiencia de gran especialización me han hecho sugerencias sumamente oportunas y sabias para el manuscrito o partes del mismo. Estoy en deuda en especial con Mark de Groot, James Gibson, Paul Giem, Edwin A. Karlow, Marcus Ross, Larry Roth, William Shea y Tim Standish por su saber y acertados consejos. Sin embargo, ninguno de ellos es responsable de ninguno de los errores que puedan haberse introducido en el texto impreso, ni de mis puntos de vista y mis prejuicios, de los que solo yo soy responsable.*

# Índice

AGRADECIMIENTO . . . . .	5
PREFACIO . . . . .	7
NOTA SOBRE LAS GRANDES MAGNITUDES . . . . .	13
1. ¿Puede atreverse un científico a creer en Dios? . . . . .	15
2. Un universo perfectamente ajustado . . . . .	45
3. ¿Cómo empezó la vida? . . . . .	85
4. La perplejidad ante la complejidad. . . . .	121
5. Tan poco tiempo para todo . . . . .	165
6. Las modas en la ciencia . . . . .	201
7. ¿Es exclusiva la ciencia? . . . . .	241
8. Visión de conjunto . . . . .	267
GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALES . . . . .	303
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	313
ÍNDICE GENERAL ALFABÉTICO . . . . .	339

# *Prefacio*

**T**iene significado o propósito la vida humana? ¿Existe Dios? Si existe, ¿por qué permite tanto sufrimiento? ¿Tenemos que creer en él? Después de todo, ¿no ha sido la ciencia capaz de explicar la mayoría de las cosas sin tener que invocar la existencia de un Dios? A tales preguntas se enfrentan nuestros pensamientos más profundos cuando buscamos respuestas a nuestro origen, al propósito de nuestra existencia y a nuestro destino último. Pocas personas son capaces de pasar por alto estos desconcertantes enigmas al contemplar los misterios de nuestro ser y del universo en que vivimos. La existencia de Dios es una cuestión de la que, sencillamente, no podemos deshacernos.

Afortunadamente, en lo referente a las cuestiones últimas sobre los orígenes, no todo es conjetura. En años recientes ha habido científicos que han realizado notables descubrimientos que revelan tal precisión y complejidad en el universo que nos rodea que se está haciendo cada vez más difícil sugerir que todo fue, simplemente, el resultado de la casualidad. Da la impresión de que un Dios muy perspicaz tuvo que estar involucrado en el diseño de las cosas maravillosamente intrincadas que encontramos por doquier en el universo.

Algunos científicos se empeñarán en insistir de inmediato en que la ciencia no puede considerar a Dios, porque ella y Dios representan esferas del pensamiento sin puntos en común. Lamentablemente, tal punto de vista impone una perspectiva muy estrecha a la ciencia en tanto que limita su capacidad de hallar todas las verdades. La ciencia no podrá descubrir ni a Dios ni el papel que este desempeña mientras lo excluya de su menú de explicaciones. Para que la ciencia pueda abrigar la esperanza de aportar respuestas significativas y veraces a nuestras preguntas más profundas, es preciso que salga de la cárcel del secularismo en la que se ha encerrado ella sola.



La ciencia debería estar abierta a la posibilidad de que Dios exista y no excluirlo, como si él perteneciera a otra esfera del saber. *Este libro aborda la cuestión de la existencia de Dios desde la perspectiva de que la ciencia es —o, al menos, debería ser— una búsqueda abierta de la verdad, y de si estamos dispuestos a permitir que los datos de la naturaleza nos dirijan al lugar adonde apunten, sea el que sea.* Con frecuencia, la propia ciencia se permite diversas especulaciones e hipótesis, como la existencia de otros universos más allá del nuestro o que la vida apareciese toda ella por sí misma. En aras de la coherencia, la ciencia debería estar dispuesta también a considerar la posibilidad de que haya un Dios. Tal amplitud de miras podría ser importante en el caso de que Dios, en efecto, exista.

No deja de resultar interesante que los pioneros de la ciencia moderna, como Kepler, Galileo, Boyle, Pascal, Linné y Newton, incluyeran todos ellos el concepto de Dios en su perspectiva científica. Hablaban de él a menudo, y consideraban que las investigaciones científicas que llevaban a cabo constituían el descubrimiento continuado de las leyes que él había creado. Aquellos gigantes del intelecto demostraron cómo la ciencia y la conciencia de Dios pueden trabajar conjuntamente cuando estudiamos la naturaleza. Desde aquella época, la ciencia y Dios han ido por caminos separados, y en la actualidad, en esencia, la ciencia descarta el concepto de una deidad. Además, algunos científicos están profundamente inquietos ante la perspectiva de que un encumbramiento de la religión como fuerza social pudiera convertirse en un serio obstáculo para la ciencia. Por otra parte, encontramos sugerencias de un interés renovado en Dios por parte de algunos científicos y otras personas del ámbito académico. Esto es consecuencia, en parte, de significativos descubrimientos recientes, como los exactísimos valores necesarios para las fuerzas básicas de la física, y las complejas rutas metabólicas de los seres vivos. Tales hallazgos suscitan serias dudas en cuanto a cualquier sugerencia de que simplemente se dieran por casualidad. Cada vez es más razonable creer en la existencia de un Dios que está detrás del origen del universo, en lugar de aceptar

las improbabilidades extremas que es preciso postular para que el universo llegara a la existencia por sí solo.

Este libro sigue un enfoque global que creo que es esencial para dar una perspectiva amplia que merece la cuestión de la existencia de Dios. Dado que los desafíos más significativos a su existencia han provenido de la ciencia, la exposición se centra esencialmente en cuestiones de índole científica. Para contribuir a que el común de los lectores evalúe los hallazgos y las conclusiones de la ciencia, he incluido varios relatos que presentan la forma en que los científicos realizan sus descubrimientos, especialmente los detalles que parecen tener que ver con la cuestión de la existencia de Dios.

Este libro comienza con un breve repaso histórico que nos lleva al hecho sorprendente de que en los Estados Unidos cuatro de cada diez científicos creen en un Dios personal que responde a sus oraciones. La paradoja está en que muy pocos de esos mismos científicos, si es que hay alguno, hablará de Dios en revistas científicas o libros de texto. Aquello en lo que creen muchos científicos y lo que publican cuando hablan como científicos pueden ser cosas muy diferentes. El libro estudia después varios asuntos clave relacionados con la existencia de Dios. Incluyen la intrincada organización de la materia del universo y la precisión de las fuerzas de la física. Seguirán varios temas relacionados con la biología, incluidos el origen de la vida, el código genético y estructuras complejas de la magnitud del ojo y el cerebro. A continuación, consideraremos el problema que supone el tiempo para la evolución cuando analicemos el registro fósil. Resulta que los eones geológicos que se han sugerido son del todo inadecuados para las diversas explicaciones postuladas.

El tercio final del libro analiza la intrigante cuestión de por qué, en el contexto de tantos datos que parecen requerir un Dios para explicar lo que vemos, los científicos siguen callados en cuanto a él. Abordaremos esa cuestión desde la perspectiva tanto de la presión sociológica de las ideas dominantes (como la evolución) como de la exclusividad y el elitismo de una actividad científica sumamente fructífera. La conclusión del libro es que la ciencia está aportando pruebas abundantes de que hay un Dios. Es mi esperanza que

los científicos permitan que se regrese a la perspectiva científica, como ocurría entre los pioneros de la ciencia moderna.

Este libro analiza principalmente dos cosmovisiones fuertemente contrapuestas. Por una parte, encontramos a quienes limitan la realidad únicamente a lo que simplemente pueden observar en la naturaleza. Para ellos, eso es esencialmente cuanto existe. Esto cuadra estrechamente en la perspectiva o el *ethos* científico que excluye a Dios. Hay otros que creen que existe una realidad trascendente por encima de lo que es observable ahora. Tal visión significaría que nuestra existencia tiene, en efecto, un significado último. El Ser que nos diseñó nos ha dotado de atributos como la consciencia, la comprensión, el interés por los demás y un sentido de la justicia. En otras palabras, la realidad es más amplia que la simple materia observable, y nuestra existencia tiene un propósito. Cualquiera de estos dos enfoques que adoptemos tiene un profundo efecto en nuestra cosmovisión y en nuestra filosofía personal. Esta obra propone que la actual separación entre estas dos cosmovisiones contrapuestas no es válida. Los datos de la propia ciencia nos obligan en esencia a llegar a la conclusión de que sucede algo fuera de lo común, y que da la impresión de que un Dios sabio y trascendente estuvo implicado en la creación de las complejidades que la observación científica descubre continuamente.

¿Es objetivo este libro? ¿Está exento de prejuicios? Desgraciadamente, la respuesta a ambas preguntas es no. ¿Quién puede reivindicar completa objetividad? Por otra parte, me he esforzado por ser justo con los datos y he prestado atención especial a los datos más fiables. Por ello, invito a los lectores a que extraigan sus propias conclusiones basándose en los datos y no solo en deducciones generalmente aceptadas. Este libro no es simplemente un informe sobre las interpretaciones imperantes. Algunas conclusiones no son mayoritarias. Si queremos superar los puntos de vista aceptados, hemos de estar dispuestos a apartarnos de ellos.

Hay varios términos en el texto, como ‘verdad’, ‘ciencia’, ‘religión’, ‘Dios’, ‘evolución’ y ‘creación’, que son vitales para el diálogo, pero tienen un uso y un significado variados. Invito al lector a usar

el glosario que hay al final de este libro para aclarar su significado tal como se usan en esta exposición. En algunos casos he identificado usos especiales en el propio texto.

Habiendo pasado más de cincuenta años inmerso en el conflicto entre ciencia y religión, me doy perfecta cuenta de la carga emocional que pueden llegar a tener las cuestiones de cosmovisión que definen la propia filosofía personal. También soy plenamente consciente de que habrá a quienes desagrada mi forma de abordar las cosas. Siento que así sea. Todos tenemos mucho que aprender de los demás, y desearía instar a quienes tengan puntos de vista diferentes a que mantengan la comunicación y sigan haciendo aportaciones al patrimonio colectivo del conocimiento humano.

Ariel A. Roth  
Loma Linda, California



# *Nota sobre las grandes magnitudes*

**S**oy consciente de que hay lectores que tienen aversión a los números. Aunque a mí me fascinan, he intentado reducir su presencia a un mínimo imprescindible. En ocasiones he tenido que usar números sumamente grandes. En aras de una rápida comparación de las magnitudes, en vez de escribir completos números tan largos, sencillamente empleo la convención habitual de usar un número puesto en un superíndice tras la base 10 para indicar el número de ceros presentes (potencias de 10). Los siguientes ejemplos ilustran el sistema.

$$10^1 = 10$$

$$10^2 = 100$$

$$10^3 = 1.000 = \text{mil}$$

$$10^4 = 10.000$$

$$10^5 = 100.000$$

$$10^6 = 1.000.000 = \text{un millón}$$

$$10^7 = 10.000.000$$

$$10^8 = 100.000.000$$

$$10^9 = 1.000.000.000 = \text{mil millones}$$

$$10^{10} = 10.000.000.000$$

Etc.

El número del superíndice simplemente indica el número de veces que el número 10 se multiplica por sí mismo, y es igual al número de ceros que si se hubiese escrito el número de la forma común. Esto ahorra al lector la necesidad de contar todos los ceros en los números grandes, a la vez que facilita las comparaciones.

Por ejemplo, es fácil ver que  $10^{19}$  tiene dos ceros más que  $10^{17}$  sin tener que contar todos los ceros si se hubiesen escrito *in extenso*.

Con este sistema, es preciso que el lector tenga en cuenta *especialmente* que cada cero multiplica el número por 10. Por ello,  $10^3$  (1.000) es 10 veces mayor que  $10^2$  (100); de modo similar,  $10^7$  (10.000.000) es 1.000 veces menor que  $10^{10}$  (10.000.000.000).

# 1

## ¿Puede atreverse un científico a creer en Dios?

*La ciencia sin religión está tullida; la religión sin ciencia está ciega.*<sup>1</sup>

Albert Einstein

### **El hombre que nunca estaba tranquilo**

Profundamente dedicado a la religión, escribió muchas páginas sobre las profecías bíblicas de Daniel y el Apocalipsis. Como miembro de una comisión encargada de la construcción de cincuenta nuevas iglesias en el término municipal de Londres, contribuyó en el reparto de biblias entre los pobres.<sup>2</sup> ¿Se trataba de un pastor, de un teólogo o de un evangelista? No, no era ninguna de esas cosas. Nuestro protagonista fue un personaje al que muchos consideran el mayor científico de todos los tiempos. En su contribución al asentamiento de las bases firmes de la ciencia moderna, Sir Isaac Newton descolló sobradamente muy por encima de las mentes de su tiempo. Su vida estuvo distinguida a la vez por una profunda

---

1. Albert Einstein, *Out of my later years* [De mis últimos años] (Nueva York: Philosophical Library, 1950), p. 26.

2. Frank E. Manuel, *The religion of Isaac Newton* [La religión de Isaac Newton] (Oxford: Oxford University Press, 1974), p. 6.



reverencia a Dios y por una incesante devoción a la investigación científica minuciosa.

Isaac Newton (Figura 1.1) llegó al mundo como regalo de Navidad en 1642, pero, desgraciadamente, su padre había fallecido tres meses antes. Según parece, fue un parto prematuro, y el niño era tan pequeño al nacer que cabía en una olla de un litro. Es toda una paradoja que sus precarios comienzos, en el seno de una familia modesta y sin formación académica, acabaran produciendo al decano de los filósofos de su época. Se dice que, aunque no vivió en la miseria, su padre no sabía ni firmar. La niñez de Isaac fue un mosaico de experiencias caracterizadas por su insaciable deseo de calcular los mejores diseños de todo tipo de artilugios tales como las cometas y los relojes de sol. Como le gustaban los libros y tenía pocos amigos, y prefería el estudio a la vida social, la gente no siempre lo entendía ni lo tenía en cuenta. Cuando se fue de casa para ingresar de estudiante en la Universidad de Cambridge, los criados se alegraron de su partida y comentaron con sarcasmo que el joven no valía para nada, salvo para la universidad.<sup>3</sup> Se dijo de él que era el hombre que «nunca estaba tranquilo»,<sup>4</sup> pues tenía la tendencia a trabajar en soledad con intensidad en sus diversos proyectos, y a veces se olvidaba de comer y dormir.

En Cambridge, Newton se distinguió enseguida, y pronto llegó a ser un miembro afamado del profesorado. Envío a la Royal Society de Londres un tipo novedoso de telescopio reflector que había construido (Figura 1.2). Causó gran sensación y generó considerable entusiasmo, y pronto atrajo la atención de los principales astrónomos de Europa. Poco después, Newton presentó ante la Royal Society documentos preparados con gran meticulosidad relativos a las propiedades de la luz y del color que fueron valorados muy positivamente. Dado que era reticente a la presentación de nuevas ideas, solían pasar años entre el comienzo de un proyecto y el momento en que hacía partícipes del

---

3. R. S. Westfall, *The life of Isaac Newton* [La vida de Isaac Newton] (Cambridge: Cambridge University Press, 1993), p. 18.

4. Ídem, *Never at rest: A biography of Isaac Newton* [Nunca tranquilo: Biografía de Isaac Newton] (Cambridge: Cambridge University Press, 1980).



**Figura 1.1** *Sir Isaac Newton.*  
*Foto: Thinkstockphotos.*

mismo a los demás. Divulgaba solo una parte mínima de su trabajo, «pero cada porción era un monumento imperecedero a su genio».<sup>5</sup>

5. L. T. More, *Isaac Newton: A biography* [Isaac Newton. Biografía] (Nueva York: Dover Publications, Inc., 1934), p. 97.

Probablemente fuese inevitable que un científico tan joven y de tanto éxito atrajera las críticas de la vieja guardia, y en el caso de Newton ello no llevó mucho tiempo. Se suscitaron varios conflictos, y los historiadores los han explotado bien. Newton podía ser un enemigo temible. Después de pasar años en sus descubrimientos, a veces no le resultaba fácil ser paciente con quienes apenas habían dedicado un minuto a sus nuevas ideas o no las entendían y elegían, por el contrario, oponerse a ellas.

Se dio un famoso y prolongado conflicto entre Newton y Robert Hooke, comisario de experimentos de la Royal Society. Hooke no era un científico del montón, pues él mismo rayaba la genialidad. Además, había escrito el tratado *Micrographia*, que también abordaba las cuestiones de la luz y la óptica. Hooke se consideraba la autoridad definitiva en muchas cosas y tenía el detestable hábito de afirmar que él era el único que había hecho la mayoría de los descubrimientos. Cuando la Royal Society de Londres debatía las ideas y los descubrimientos de Newton, Hooke se apresuraba a afirmar que la mayoría de las ideas de Newton ya habían aparecido en su *Micrographia*. Newton, que no estaba allí, sino en Cambridge, acabó señalando que la mayoría de los conceptos de Hooke sobre la luz ¡provenían del famoso científico y filósofo francés René Descartes! Con el tacto de un elefante, Hooke sugirió con tono condescendiente que, ya que se trataba de un novicio, Newton haría bien en seguir trabajando en hacer telescopios y dejar el campo de los experimentos sobre la luz a quienes ya habían desarrollado conceptos satisfactorios.<sup>6</sup>

Empezó a gestarse un conflicto serio. En Londres hubo reuniones secretas de los principales intelectuales de la nación en una cafetería popular. Se juntaron allí para discutir las ideas de Newton, y Hooke concluyó, como cabía esperar, que el joven había adoptado algunas de las ideas del propio Hooke.<sup>7</sup> Los concurrentes también discutieron la naturaleza de la luz, cuestión que sigue un tanto pendiente hasta hoy. También consideraron el asunto de qué es lo que causa los diferentes colores de la luz. Newton, que había

---

6. *Ibid.*, p. 106.

7. G. E. Christianson, *In the presence of the Creator: Isaac Newton and his times* [En presencia del Creador: Isaac Newton y su tiempo] (Nueva York: Macmillan, Inc., 1984), p. 193.



**Figura 1.2** *Telescopio reflector construido por Sir Isaac Newton y entregado a la Royal Society en 1671.*

*Foto: Thinkstockphotos.*

realizado multitud de experimentos sobre el asunto, desechó rápidamente como inválidos los argumentos de Hooke. El conflicto se prolongó varios años, hasta la muerte de Hooke. «Para Hooke», resume un historiador, «Newton fue un rival temible; para Newton,

Hooke no fue más que una molestia tolerable, un chagal merodeador incapaz de disfrutar del festín de los leones».<sup>8</sup>

Hooke no fue el único que planteó un desafío a los conceptos de la luz que tenía Newton. En el continente europeo un anciano profesor jesuita de Lieja (Bélgica), Francis Line, que se hacía llamar Linus, se opuso a las ideas de Newton sobre la luz coloreada. Había realizado experimentos con prismas, igual que Newton, y mantenía que las nubes del cielo causaban los diversos colores de la luz. Cuando Linus comunicó sus puntos de vista a la Royal Society, Newton replicó con instrucciones de cómo efectuar un experimento crucial que zanjaría la disputa, y pidió con insistencia que la Royal Society lo realizase. La nueva correspondencia mantenida con Lieja indicaba que Linus había fallecido, pero que Jean Gascoigne, muy leal alumno suyo, estaba dispuesto a plantar cara a Newton. Las cosas que se dijeron de que Newton había realizado su experimento solo una vez son exponente a la vez de una patética ignorancia en cuanto a la meticulosidad del científico y de la superficialidad de los comentarios procedentes de Lieja. Por fin, la Royal Society estando Hooke presente, realizó el experimento crucial que Newton había sugerido, y podemos conjeturar que el resultado no complació a Hooke.<sup>9</sup> Los resultados fueron exactamente los que Newton había predicho. Habría sido de esperar que esto acallase las objeciones de Lieja, pero no fue así. Otro profesor, Anthony Lucas, hizo suya la pugna contra Newton, pero pronto se hizo evidente que Newton y Lucas se regían por dos niveles muy diferentes de objetividad. Por último, Newton solicitó que no se le pasasen más cartas de Lucas.

Más famosa aún es la contienda librada entre Isaac Newton y Gottfried Wilhelm Leibniz. Tenía que ver con el asunto de cuál de los dos había descubierto los complejos procedimientos matemáticos del cálculo diferencial e integral. El desacuerdo no tardó en alcanzar dimensiones internacionales. En Alemania, Leibniz contaba con todo un séquito de incondicionales, procedentes de distintos puntos del continente europeo, mientras que en Inglaterra la Royal

---

8. *Ibid.*, p. 194.

9. *Ibid.*, p. 197.

Society hizo el papel de base leal, respaldando a Newton como inventor. Ambos científicos habían sido acusados de robarle el cálculo al otro. Al enigma, que los historiadores llevan investigando desde entonces, le faltan algunos hechos clave que permitirían llegar a una solución definitiva. En general, los expertos coinciden en que lo más probable sea que los dos inventaran el cálculo infinitesimal independientemente,<sup>10</sup> Newton antes que Leibniz, aunque Leibniz fue el primero en publicar sus hallazgos (los símbolos del cálculo que desarrolló son los que aún se enseñan hoy). Cuando el conflicto cobró intensidad, el bando de Newton afirmó que Leibniz se negó a reconocer una carta antigua que había recibido de Newton en la que se sugería la idea del cálculo. Por otra parte, hay quien ha afirmado que Newton influyó para que los informes de la Royal Society indicaran que había inventado el cálculo mucho antes que Leibniz. Newton fue presidente de esa prestigiosa organización durante los últimos 24 años de su vida, mientras proseguía la disputa. En lo tocante al cálculo de Leibniz, Newton era de la opinión que los segundos inventores no cuentan para nada.

Se puede acusar a Newton con razón de vivir como un ermitaño, especialmente en sus primeros años, y es cierto que, aunque rehuía las confrontaciones, no vacilaba a la hora de usar la fuerza de su intelecto y su posición para minimizar la obra de los que se oponían a él. No obstante, también tenía su lado bondadoso. Cuando su hermanastro enfermó con una fiebre muy alta, su madre cuidó de él hasta su restablecimiento, pero ella acabó enfermando con la misma fiebre. Cuando supo lo ocurrido, Isaac salió apresuradamente de Cambridge para acudir junto a su madre y ocuparse personalmente de su cuidado. Uno de sus parientes dice que el científico pasaba en vela noches enteras junta a ella, dándole curas físicas, vendando sus ampollas con sus propias manos, empleando así la destreza que tanta fama le había dado, para aliviar el dolor.<sup>11</sup> Pese a todo, sus esfuerzos no pudieron detener la devastadora enfermedad, y su madre acabó

---

10. W. C. Dampier, *A history of science: And its relations with philosophy and religion* [Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión], 4ª ed. (Nueva York: Macmillan Co., 1949), p. 159; Westfall, *The life of Isaac Newton*, pp. 276-286. [Véase la nota 3.]

11. Westfall, *op. cit.*, p. 134.

muriendo. Aunque el matrimonio en segundas nupcias de su madre y el hecho de que ella no lo crio habían enturbiado las relaciones familiares, Isaac demostró ser un hijo leal y consecuente con sus deberes. Como albacea del testamento de su madre, se encargó de que fuese enterrada junto a su padre, al que él no había conocido.

Newton, que era reticente a publicar nada, acabó publicando los resultados de muchos años de estudio en sus *Principia*,<sup>12</sup> obra de la que se ha dicho que es «quizá el acontecimiento más grande de la historia de la ciencia —sin duda el mayor hasta años recientes—».<sup>13</sup> Otro autor señala de esa obra que, «nadie podía cuestionar su originalidad o su fuerza. Se admitía que Newton se había convertido en el dictador del pensamiento científico, y no había nadie capaz de cruzar su espada con él».<sup>14</sup> La importancia de los *Principia*, obra en tres tomos, está en que introdujo en la ciencia un nivel altísimo de rigor matemático, y sin precedentes, con lo que potenció tremendamente el respeto por tales estudios. Newton situó la disciplina sobre una base mucho más sólida de la que había tenido en el pasado. Los *Principia* están llenos de deducciones matemáticas que abarcan cosas como la gravedad, la mecánica celeste, los cometas, la luna, las mareas, el movimiento de los fluidos y las leyes que los gobiernan. Sus estudios supusieron un golpe mortal para el grandioso sistema cosmológico desarrollado por el gran matemático y filósofo francés René Descartes, renombrado por la famosa máxima «Pienso, luego existo». Descartes proponía que los planetas se mueven por la acción de vórtices que giran en un éter o medio que se extiende por todo el universo. Los elegantes cálculos de Newton, que demostraban cómo la gravedad explicaba muchos detalles de los patrones precisos de la rotación de los planetas, eliminaron toda necesidad de las ideas de Descartes. Al final de la segunda edición de los *Principia*, Newton añadió algunas observaciones finales bajo el título *Escolio general*. En esas observaciones sale a la luz también parte de su fervor religioso, pues da crédito a Dios como Creador cuando señala que «este bellísimo sistema del sol, los planetas y los cometas

---

12. El título completo del tratado es *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

13. Dampier, *op. cit.*, p. 154.

14. More, *op. cit.*, p. 287.

solo podría proceder del consejo y el dominio de un Ser inteligente y poderoso». <sup>15</sup>

Newton también acabó publicando el resultado de sus muchas investigaciones sobre la luz y la óptica. Parece que ya tenía buena parte de ello preparado cuando al volver de la capilla de Cambridge un día descubrió que una vela había provocado un incendio que había quemado su manuscrito y otros documentos sumamente valiosos. La pérdida lo turbó de tal manera que se cuenta tardó un mes en reponerse. Algunos lo han descrito como una crisis nerviosa, aunque otros están en completo desacuerdo con ese diagnóstico. <sup>16</sup> Todos los detalles de la vida de este genio han sido objeto de escrutinio minucioso y de especulación. <sup>17</sup> Más de una década después del incendio, publicó por fin sus estudios sobre la luz bajo el título de *Opticks*. Sir William Dampier, historiador de la ciencia, comenta que «la obra de Newton sobre la óptica, aun por sí sola, lo habría situado en primera fila de los hombres de ciencia». <sup>18</sup> *Opticks* mereció tres ediciones en inglés, al igual que dos en francés y dos en latín.

Newton recibió muchas distinciones. En Cambridge, su destreza matemática le valió el puesto de titular de la cátedra lucasiana de matemáticas. Después de trasladarse a Londres, el gobierno lo nombró director de la Casa de la Moneda, y se vio involucrado en muchos asuntos ciudadanos. La Académie des Sciences de Francia lo nombró asociado extranjero. La reina Ana le concedió el codiciado título de caballero, y así se convirtió en Sir Isaac Newton. Voltaire, uno de los grandes exponentes del floreciente librepensamiento francés en pro de la razón que marcó aquella época, conoció personalmente a Newton. Alabó al científico, pues comentó que «si se reuniesen todos los genios del universo, él debería dirigir

---

15. Isaac Newton, *Mathematical principles of natural philosophy and his system of the world* [Principios matemáticos de filosofía natural y su sistema del mundo], traducido al inglés en 1729 por Andrew Motte del original en latín de 1686, traducción revisada de Florian Cajori (Los Ángeles: University of California Press, 1934), p. 544.

16. More, *op. cit.*, pp. 390, 391.

17. Por ejemplo, véanse algunas de las sugerencias de Frank E. Manuel, *A portrait of Isaac Newton* [Retrato de Isaac Newton] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1968).

18. Dampier, *op. cit.*, p. 160.



al grupo». <sup>19</sup> Más de un siglo después, el afamado matemático y cosmólogo francés Joseph Lagrange señaló que los *Principia*, obra seminal de Newton, tenían garantizada para toda la historia futura «una preeminencia por encima de todas las demás producciones del intelecto humano». <sup>20</sup> Recientemente, al estudiar las personas más importantes del último milenio, la revista *Time* eligió a Newton como la persona más influyente del siglo XVII. <sup>21</sup> No cabe duda de que poseyó una de las mentes más privilegiadas de todos los tiempos.

Aparte de su soberbia comprensión científica, Newton tenía una profunda devoción a Dios, y ello tiene implicaciones significativas cuando consideramos la relación entre la religión y la ciencia. Newton no veía con buenos ojos la incredulidad en Dios, pues afirmó que «el ateísmo es tan insensato y odioso para la humanidad que nunca ha tenido muchos profesantes», <sup>22</sup> y no aprobaba ligerezas de ningún tipo en asuntos religiosos. Siempre que ocurrían en su presencia, las criticaba con severidad. <sup>23</sup> Aunque la mayoría de los científicos de su época creía en Dios y se refería a él en escritos eruditos, Newton se distinguió por sus numerosos estudios de asuntos religiosos. Isaac dejó para la posteridad una cantidad prodigiosa de escritos. Al menos la tercera parte de ellos tiene que ver con cuestiones religiosas.

Especialmente interesado por las profecías, bíblicas, estudió cuanto pudo sobre el tema, ya estuviese escrito en griego, arameo, latín o hebreo. Compiló largas listas de las diversas interpretaciones. Le preocupaban en especial las relaciones entre las profecías bíblicas

19. Según se cita en D. C. Miller, “Newton and optics” [Newton y la óptica], en *The History of Science Society: Sir Isaac Newton, 1727-1927: A bicentenary evaluation of his work* [Historia de la sociedad científica: Sir Isaac Newton, 1727-1927: Evaluación de su obra en su bicentenario] (Baltimore, Maryland: Williams and Wilkins Co., 1928), p. 15.

20. *Ibid.*

21. P. Gray, “The most important people of the millennium” [Las personas más importantes del milenio], *Time* 154/27 (1999): 139-195.

22. D. Brewster, *Memoirs of the life, writings, and discoveries of Sir Isaac Newton* [Memorias de la vida, los escritos y los descubrimientos de Sir Isaac Newton], tomo 2. Reimpreso de la edición de Edimburgo (1885) (Nueva York: Johnson Reprint Corp., 1965), p. 347.

23. Christianson, *op. cit.*, p. 355. Manuel, *The religion of Isaac Newton*, pp. 6, 61. [Véase la nota 2.]

y la historia, y antes de su muerte ya tenía preparado un manuscrito que abordaba la interpretación de las fechas históricas. Los teólogos y los comentaristas precisaban de ellas para establecer puntos de referencia correctos para las profecías bíblicas. Su manuscrito fue publicado de forma póstuma con el título *Chronologies of Ancient Kingdoms Amended* [Cronologías corregidas de los reinos antiguos]. Se sintió especialmente interesado por dos libros fundamentalmente proféticos de la Biblia, Daniel y el Apocalipsis. Al estudiarlos, usó el mismo enfoque analítico que empleaba cuando examinaba la naturaleza. Tras desarrollar una serie de quince «reglas para interpretar las palabras y el lenguaje de las Escrituras»,<sup>24</sup> llegó a la conclusión de que las profecías de esos dos libros predecían la historia del mundo. Hay muchas interpretaciones actuales de esos libros de la Biblia que aún se hacen eco de las de Newton. Varios años después de su muerte se publicaron sus estudios de esta disciplina con el título *Observations Upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John* [Observaciones sobre las profecías de Daniel y el Apocalipsis de San Juan].<sup>25</sup> Escribió también sobre la vida de Cristo y otras cuestiones religiosas, mostrando a veces gran independencia en su pensamiento teológico, como al rechazar la enseñanza cristiana tradicional de la trinidad de la Divinidad. Newton creía, como indica la Biblia, que todas las naciones derivaban de Noé, y que Dios había creado todas las cosas, como él mismo dice en los Diez Mandamientos.<sup>26</sup> Para Newton, tanto el estudio de la naturaleza que Dios hizo como el de las divinas Sagradas Escrituras eran parte de su incontenible deseo de conocer a Dios más plenamente.

Además, Newton estudió y escribió mucho sobre alquimia. Dado que estaba perfectamente familiarizado con la bibliografía alquímica de su época, abordó el tema con la misma actitud analítica que aplicaba a otros asuntos. Algunos charlatanes habían dado un mal nombre a la alquimia en su empeño por fingir la transformación de elementos comunes en oro, pero, en la época de Newton, en parte

---

24. Manuel, *op. cit.*, pp. 116-125.

25. Isaac Newton, *Observations upon the prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John* (Londres: J. Darby and T. Browne, 1733).

26. Westfall, *op. cit.*, pp. 301, 303.

gracias al meticuloso trabajo de Robert Boyle, la alquimia empezaba a emanciparse del manto de misticismo y había emprendido ya el camino para convertirse en química respetable. Tomando en consideración sus escritos alquímicos, hay quien ha intentado deducir que Newton tenía una personalidad mística, pero ello parece estar en pugna con su enfoque completamente racional (o sea, basado en la razón) de la física, las matemáticas y la Biblia. Aunque algunas de las implicaciones de la alquimia puedan haber resultado de interés para sus cuestiones metafísicas, procuraba encontrar una verificación experimental, igual que hacía en el campo de la física.<sup>27</sup>

El aura de fervor religioso que rodeaba a Newton le suscitó muchos admiradores. Un renombrado francés intentó fundar una iglesia de la Religión de Newton. Otro francés criticó con severidad a Inglaterra por no dar el debido respeto a la divinidad de Newton. Sugirió, además, que se revisara el calendario, que debía empezar a contar desde la fecha del nacimiento de Newton, y pidió que se construyese una iglesia en el lugar de nacimiento de Newton.<sup>28</sup> El matemático de origen suizo Fatio de Duiller era buen amigo de Newton, y una carta escrita por él refleja la profundidad de la espiritualidad y la influencia de Newton. Fatio enfermó y no contaba con sobrevivir. Escribiendo a Newton lo que pensó que podría ser su carta de despedida, dijo: «Doy gracias a Dios porque mi alma está tranquila del todo, en lo que tú has tenido más que ver que nadie».<sup>29</sup>

Newton encontró el lugar de su último descanso entre los grandes de Inglaterra en la venerable abadía de Westminster. Paradójicamente, aproximadamente siglo y medio más tarde, Charles Darwin, que tenía ideas muy distintas sobre Dios, también fue enterrado en la abadía de Westminster, a pocos metros de la tumba de Newton. Cuando visité las tumbas de estos dos grandísimos iconos científicos, no pude evitar reflexionar sobre los legados, contrapuestos en cuanto a Dios, que habían dejado al mundo. Esa diferencia es la

---

27. Christianson, *op. cit.*, p. 225.

28. Manuel, *op. cit.*, p. 53.

29. H. W. Turnbull, ed., *The correspondence of Isaac Newton* [La correspondencia de Isaac Newton], tomo III, 1688-1694 (Cambridge: Cambridge University Press, 1961), pp. 229, 230.

base de gran parte de la discusión en los capítulos que nos quedan por delante.

Para Newton, Dios no era un concepto como otro cualquiera. Tenía una profunda reverencia hacia él, y comentó que «este Ser gobierna todas las cosas, no como el alma del mundo, sino como Señor sobre todos [...]. El Dios supremo es un Ser eterno, infinito y absolutamente perfecto». <sup>30</sup> Para él, Dios era también un ser intensamente personal que nos ama y a quien debiéramos amar y respetar. Oímos un eco de sinceridad cuando insiste en que «debemos creer que hay *un Dios* o Monarca supremo para que podamos temerlo y obedecerlo y guardar sus leyes y darle honra y gloria. Debemos creer que es el padre del cual son todas las cosas, y que ama a su pueblo como hijo para que puedan amarlo mutuamente y obedecerlo como padre». <sup>31</sup>

Es probable que Isaac Newton contribuyese más que nadie a poner la ciencia sobre unos firmes cimientos. Lo hizo aplicando sus normas rigurosas a sus investigaciones y sus publicaciones. Habrá a quienes les parezca paradójico que uno de los principales científicos del mundo fuese una persona tan intensamente religiosa. Sin embargo, la vida de Newton ilustra claramente cómo la ciencia más excelente y una firme creencia en Dios pueden ir de la mano.

## Newton no fue el único

Newton vivió en un momento crítico de la historia de la ciencia. Era la época en que la ciencia moderna empezaba a librarse del férreo control de siglos de tradición. La observación, la experimentación y el análisis matemático habían empezado a sustituir el dogma filosófico de la Edad Media. Tras esta, el Renacimiento, conocido también como la renovación del interés por el saber, creó una atmósfera de confusión intelectual. Los principales científicos de la época fueron los pioneros de la ciencia moderna, y, como Newton, respaldaban enérgicamente a Dios como creador de todo.

---

30. Newton, *Mathematical principles of natural philosophy and his system of the world*, p. 544.

31. Según se cita en Manuel, *op. cit.*, p. 104; de M. S. Yahuda, 15. 3, fol. 46'.

Los principios de la ciencia moderna surgieron dentro de un medio intelectual en el que Dios era la figura dominante.

Johannes Kepler (1571–1630), que trabajaba en Praga, figura entre los científicos más descolantes de todos los tiempos. Demostró que los planetas se mueven alrededor del sol siguiendo una trayectoria elíptica, no circular. Muy dotado para las matemáticas, desarrolló tres principios, conocidos como leyes de Kepler, que describen el movimiento planetario. Han sobrevivido intactos hasta hoy. Como el famoso astrónomo italiano Galileo (1564–1642), Kepler veía una relación rigurosa entre Dios y las matemáticas de la naturaleza. La motivación de Kepler para su investigación era encontrar las «armonías matemáticas de la mente del Creador».<sup>32</sup> Como Newton, también él escribió sobre la vida de Cristo.<sup>33</sup>

Blaise Pascal (1623–1662), polifacético científico francés, fue otra mente brillante de la época. Versado en teología y en la dinámica de los fluidos, sentó las bases de la teoría matemática de la probabilidad. Los principios que estableció son la base de nuestro método actual para abordar muchos problemas de física, biología y sociología. Pascal era un hombre devoto y profundamente religioso. Vemos su implícita dedicación a Dios cuando comenta que «toda la conducta de las cosas debe tener por objeto el establecimiento y la grandeza de la religión».<sup>34</sup>

Muchos historiadores de la ciencia consideran que Robert Boyle (1627–1691), innovador científico inglés, fue el padre de la química. Una de sus principales aportaciones fue la demolición de la idea clásica de la existencia de solo cuatro elementos: fuego, aire, tierra y agua. En la actualidad, los estudiantes de química saben de él en especial por la ley de Boyle, que explica la relación inversa entre presión y volumen en los gases. Boyle creía que damos gloria a Dios explicando su creación, y que Dios había creado el mundo y que era necesario de continuo para mantenerlo en marcha.<sup>35</sup> El historiador Frank Manuel comenta que «el uso tradicional de la ciencia como

---

32. Dampier, *op. cit.*, p. 127.

33. Manuel, *op. cit.*, p. 61.

34. Blaise Pascal, *Pensamientos*. Trad. X. Zubiri (Madrid: Espasa Calpe, 2000), p. 93.

35. Dampier, *op. cit.*, p. 140.

forma de alabanza al Padre [Dios] asumió nuevas dimensiones bajo la tutela de Robert Boyle». <sup>36</sup> Boyle donó parte importante de su patrimonio a causas religiosas en Irlanda y Nueva Inglaterra.

Uno de los biólogos más importantes de esta época fue el sueco Carl von Linné (1707–1778), cuyo nombre es a menudo traducido como Carlos Linneo. Tratándose del miembro más destacado del profesorado de la Universidad de Uppsala, su fama por la clasificación de casi todo captó la atención de eruditos del mundo entero. Contribuyó a establecer el sistema binómico usado en la actualidad para la nomenclatura de los organismos usando términos de género y especie. También él, como muchos científicos de su época, creía que «la naturaleza está creada por Dios para su honra y para bendición de la humanidad, y que cuanto ocurre sucede por orden de él y bajo su dirección». <sup>37</sup>

No todos los científicos de este periodo aceptaban la Biblia de forma tan explícita. En Francia, el naturalista Buffon propuso puntos de vista no bíblicos que minimizaban la importancia de Dios en la naturaleza, pero ese autor formaba parte de una exigua minoría.

## Ahora: Confrontación de puntos de vista

Al congreso de la Sociedad Geológica celebrado en Nueva Orleans acudió una multitud de miles de personas. La presidencia de una de las mesas redondas afirmó que «la creación es prostitución científica» y añadió que los creacionistas son «tan falsos como un billete de tres dólares» (los Estados Unidos no disponen de tal denominación monetaria). Otro interviniente afirmó que el «catastrofismo bíblico», o sea, las interpretaciones geológicas basadas en el diluvio universal descrito en la Biblia, es «deshonesto» y «repugnante». Otra persona declaró que no se podía «permitir que la ciencia se hundiera por el fraude de los creacionistas». Estos fueron

---

36. Manuel, *op. cit.*, p. 33.

37. E. Nordenskiöld, *The history of biology: A survey* [Historia de la biología: Vista general], traducido por L. B. Eyre del original de 1928 (Nueva York: Tudor Pub. Co., 1942), pp. 206, 207.

solo algunos de los comentarios que escuché.<sup>38</sup> Aunque los oradores presentaron ciertas pruebas válidas en apoyo a sus alegaciones, no se trataba de un debate científico normal. Había desaparecido la imagen del científico de bata blanca reposado y cauteloso. La violenta reacción se había suscitado, en parte, por una encuesta realizada por Gallup entre adultos en los Estados Unidos que indicaba que no muchas personas del público en general se atenían a la ciencia. Un total del 44% de los entrevistados creía que Dios había creado a la humanidad en los últimos 10.000 años. Otro 38% creía que Dios había dirigido el desarrollo de la raza humana a lo largo de millones de años. Solo el 9% aceptaba el modelo científico según el cual la humanidad había evolucionado a lo largo de millones de años sin que Dios interviniera en el proceso. Algunos carecían de opinión. El grupo Gallup ha repetido el mismo sondeo al menos cinco veces más con, esencialmente, los mismos resultados.<sup>39</sup> Parece que a la mayoría de las personas le cuesta creer que la existencia de la humanidad carezca de significado y de propósito, y que estemos aquí, sencillamente, por accidente.

Los comentarios críticos al concepto de creación que acaban de citarse ilustran cómo el clima de opinión actual de muchos científicos hacia la Biblia es muy diferente del que había entre los pioneros de la ciencia moderna. Aquellos primeros científicos creían fervientemente que la Biblia era la Palabra de Dios, que era verdad. Ahora los científicos suelen hablar de la Biblia como si se tratara, en esencia, de mitología inválida. Sin embargo, ello no quiere decir que los científicos ya no crean en Dios. Hace unos años asistí a un congreso geológico internacional celebrado en París. Formaba parte del programa, como acontecimiento cultural especial, un concierto para órgano en la gran catedral de Notre Dame. Me sorprendió gratamente observar que muchos de los geólogos se arrodillaron en ademán de oración como señal de respeto al entrar a la catedral. Habría que suponer que la mayoría de ellos creía en Dios. El re-

---

38. Quien desee conocer comentarios adicionales puede consultar Ariel A. Roth, "Where has the science gone?" [¿Adónde ha ido la ciencia?], *Origins* 10 (1983): 48, 49.

39. Véase <http://www.gallup.com/poll/content/default.aspx?ci=1942>. Consultado en junio de 2005.

trato puede complicarse con los diferentes significados de ‘Dios’ y de ‘religión’. Hay científicos que, a veces, expresan abiertamente su creencia en algún tipo de religión, pero no en Dios. Otros trazan una nítida línea de demarcación entre la religión y la ciencia.<sup>40</sup> Se puede definir la religión de muchas maneras, por ejemplo como rectitud moral, etcétera, pero la interpretación habitual de la palabra ‘religión’ es la de adoración de uno o más dioses. Nos atendremos a esa interpretación en lo sucesivo.

¿Cuántos científicos creen en Dios? Aunque en cuanto a este extremo es posible obtener cifras para todos los gustos en diversas publicaciones, así como opiniones sin control alguno dando vueltas por internet, dos estudios publicados en la prestigiosa revista *Nature* parecen ser válidos. Uno tomó mil personas al azar de la relación de científicos que aparece en *American Men and Women of Science* [Hombres y mujeres de ciencia en los Estados Unidos] y las interrogó en cuanto a su creencia en Dios. Sin embargo, ¿qué queremos decir con ‘Dios’? Insistimos en que la palabra ‘Dios’ puede significar muchas cosas diferentes. ¿Es Dios un ser personal, es un principio o, como me dijo uno de mis profesores de zoología, es Dios la naturaleza? Para la mayoría, Dios es el Ser supremo, el Creador y el Sustentador de la naturaleza. Este estudio usó una interpretación muy estrecha de ‘Dios’, una interpretación que no alentase una respuesta afirmativa. Los científicos que creyeran en Dios tenían que afirmar: «Creo en un Dios que mantiene una comunicación intelectual y afectiva con la humanidad, es decir, un Dios a quien podemos orar con la expectativa de recibir una respuesta. Por “respuesta” quiero decir algo más que el efecto subjetivo y psicológico de la oración». Los científicos podían indicar también que no creían en tal tipo de Dios, o que no sabían. Aproximadamente el 40% dijo que creían en el tipo de Dios que responde sus oraciones; el 45% dijo que no; y el 15% no tenía creencias definidas. Es probable que más del 40% creyera en Dios, aunque no en la clase de deidad presentada por la estrecha definición del cuestionario. Un científico

---

40. Stephen J. Gould, *Rocks of ages: science and religion in the fullness of life* [Rocas de la eternidad: Ciencia y religión en la plenitud de la vida] (Nueva York: Ballantine Books, 1999).



escribió al margen de su cuestionario: «Creo en Dios, pero no creo que podamos esperar respuesta a la oración».<sup>41</sup> No deja de tener su interés que este estudio realizado en 1996 sea el mismo realizado ochenta años antes con esencialmente el mismo resultado. Poco después del estudio de 1996, también se interrogó a miembros de la prestigiosa National Academy of Sciences (Academia Nacional de las Ciencias de Estados Unidos) en cuanto a sus creencias en Dios usando las mismas preguntas. Allí, solo el 7% dijo que creía en el tipo de Dios que responde oraciones, tal como aparecía en la definición de la pregunta del estudio.<sup>42</sup>

¿Por qué habría de creer en Dios un porcentaje tan pequeño de la elite del mundo científico? Parece haber en juego varios factores.<sup>43</sup> Sería de esperar que el mayor grado de especialización en la ciencia que tienen los miembros de la elite científica tienda a limitar su punto de vista. Es fácil que la especialización restrinja nuestra visión, especialmente si descuidamos mirar más allá de la propia disciplina. Además, el elitismo asociado con ser miembro de la academia puede tener su reflejo en una actitud de superioridad y orgullo que es fácil que se genere por el éxito de la ciencia. Tal orgullo puede contrastar marcadamente con la humildad y la actitud de adoración alentadas por una creencia en Dios. Hay quien ha dicho completamente en serio que los miembros de la National Academy of Sciences que creen en Dios son más de los que lo admiten públicamente, y que hay diversos factores sociológicos que desempeñan un papel distorsionador significativo.<sup>44</sup> Una actitud que viene de largo sostiene que, para ser científico, hay que mantenerse al margen de la religión. En el momento del estudio, la academia preparaba un librito y estaba

---

41. E. J. Larson y L. Witham, "Scientists are still keeping the faith" [Los científicos siguen guardando la fe], *Nature* 386 (1997): 435, 436.

42. Ídem, "Leading scientists still reject God" [Los principales científicos aún rechazan a Dios], *Nature* 394 (1998): 313.

43. Para un repaso general de algunos factores relacionados con este asunto, véase N. R. Pearcey, *Total truth: Liberating Christianity from its cultural captivity* [La verdad total: La liberación del cristianismo de su cautividad cultural] (Wheaton, Illinois: Crossway Books, 2004), pp. 97-121.

44. Para una presentación más detallada, véase E. J. Larson y L. Witham, "Scientists and religion in America" [Los científicos y la religión en Norteamérica], *Scientific American* 281/3 (1999): 88-93.

revisando otro, y ambos alentaban la enseñanza de la evolución en las escuelas públicas, a la vez que se oponían a la presentación de la creación. Actividades de ese cariz y un enfoque semejante no serían un espaldarazo para una defensa de la creencia en Dios. Curiosamente, un miembro de la academia se atrevió recientemente a criticar la evolución por escrito, señalando que es demasiado flexible y que a menudo se utiliza para explicar conceptos tan opuestos como la conducta agresiva y la altruista. Además, defendió que la evolución aporta poco a la biología experimental.<sup>45</sup>

Es preciso que seamos conscientes de que la academia representa menos del 2 por ciento de los científicos enumerados en *American Men and Women of Science*. Por ello, es obvio que no representa la opinión de la comunidad científica en conjunto, en la que el 40% cree en un Dios que contesta sus oraciones. Sin embargo, ¿por qué los libros de texto, los artículos y las informaciones que los medios de comunicación difunden sobre la ciencia están en esencia desprovistos de referencias a Dios? La incongruencia refleja, sin duda, la aversión que el *ethos* científico actual parece tener hacia la religión, pero no refleja las auténticas creencias de muchos científicos. Es probable que la disparidad pueda ser explicada, mejor que con cualquier otra cosa, por factores actitudinales y sociológicos que consideraremos con posterioridad.<sup>46</sup>

Por otra parte, las autoridades científicas y de otra índole del Discovery Institute llevan realizando una labor de impacto significativo mediante libros,<sup>47</sup> conferencias e internet. Promueven la

---

45. P. S. Skell, "Why do we invoke Darwin?" [¿Por qué invocamos a Darwin?], *The Scientist* 19/16 (2005): 10.

46. Véanse los capítulos 7 y 8.

47. Algunas publicaciones significativas, entre muchas, son: Michael J. Behe, *La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica a la evolución* (Barcelona, Buenos Aires, México D.E., Santiago de Chile: Andrés Bello; 1999); W. A. Dembski, *The design revolution: Answering the toughest questions about intelligent design* [La revolución del diseño: Respuestas a las preguntas más difíciles sobre el diseño inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 2004); ídem, *Intelligent design: The bridge between science and theology* [Diseño inteligente: Puente entre ciencia y teología] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1999); P. E. Johnson, *The wedge of truth: Splitting the foundations of naturalism* [La cuña de la verdad: La grieta en los cimientos del naturalismo] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 2000); ídem, *Juicio a Darwin* (Madrid: Homo Legens, 2007); J. Wells, *Icons of evolution: Science or myth? Why much of what we teach about evolution is wrong* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito? Por qué está mal gran parte de lo que enseñamos sobre evolución]

idea de que en la naturaleza tiene que existir algún tipo de diseño inteligente, y, dada la creciente popularidad del movimiento del “diseño inteligente” (o “ID” en inglés y “DI” en español), la idea está recibiendo amplia consideración. Sin embargo, los principales científicos se oponen vigorosamente aun a esta ligera sugerencia de algún tipo de Dios. En un número reciente de la revista *American Scientist*, un evolucionista señala que «el éxito del movimiento de DI hasta la fecha es aterrador. Hay al menos 40 Estados en los que se está considerando la inclusión del DI en el plan de estudios de ciencia en las escuelas públicas». <sup>48</sup> Podemos hacernos una idea de la naturaleza del debate teniendo en cuenta lo dicho en una sesión informativa sobre diseño inteligente que tuvo lugar en el Congreso de los Estados Unidos. Los portavoces del Discovery Institute recalcaron que estaban allí «únicamente para abrir mentes que se habían mantenido cerradas por parte de un sacerdocio científico elitista». <sup>49</sup>

Un incidente que tuvo lugar en Kansas es reflejo adicional tanto de la creciente importancia del concepto de diseño inteligente como de la amenaza que supone para la evolución. Para evaluar lo que habría que incluir en el plan de estudios de la escuela pública, el Departamento de Educación del Estado convocó distintos encuentros de exposiciones, que debían realizarse en varios días, entre partidarios del diseño inteligente y partidarios de la evolución. Lamentablemente, los evolucionistas no se presentaron a los encuentros para hacer frente a los defensores del diseño inteligente. Pero sí se sintieron con libertad para expresar sus puntos de vista en ruedas de prensa ajenas a las reuniones. El boicot había sido organizado por la American Association for the Advancement of Science (Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia), la mayor organización científica generalista del mundo, y publicadora de la prestigiosa revista *Science*. Las razones que dieron los evolucionistas para boicotear el encuentro incluían la posibilidad de vistas amaña-

---

(Washington, D.C.: Regnery Publishing, Inc., 2000).

48. P. Shipman, “Being stalked by intelligent design” [Verse acosado por el diseño inteligente], *American Scientist* 93 (2005): 500-502.

49. Véase <http://www.atheists.org/flash.line/evol10.htm>. Consultado en junio de 2005.

das, el deseo de evitar confundir al gran público y que sería mejor debatir el asunto en algún momento futuro. Sin embargo, excusas tan prosaicas hacen de los evolucionistas fácil presa de críticas muy serias. Una miembro del Departamento de Educación comentó que estaba «profundamente contrariada de que hayan elegido presentar su defensa entre las sombras» y que «habría disfrutado escuchando lo que quieran decir de manera profesional y ética». <sup>50</sup> Cuando hay algo que de verdad desafía el secularismo dominante en la ciencia, es comprensible que los evolucionistas puedan sentirse incómodos. <sup>51</sup>

Buen número de científicos modernos siguen aceptando el concepto de una creación realizada por Dios en seis días, tal como la presenta la Biblia. Un libro reciente, titulado *In Six Days: Why 50 Scientists Choose to Believe in Creation* [En seis días: Por qué 50 científicos escogen creer en la creación], <sup>52</sup> presenta monografías escritas por cincuenta científicos con titulaciones de doctorado en las que explican por qué creen en el relato bíblico de la creación. El compromiso de los pioneros de la ciencia moderna con la Biblia y el relato que esta presenta de la creación sigue vivo en la actualidad a pesar del gran desacuerdo y la crítica estridente proveniente de científicos prominentes. Refiriéndose al libro recién mencionado, Richard Dawkins, de la Universidad de Oxford (Inglaterra), comenta que «jamás habría creído que tales quimeras y semejante nivel de autoengaño fuesen posibles». <sup>53</sup> Al otro lado del Atlántico, Stephen Gould, profesor de Harvard ya fallecido, también ridiculizaba el debate sobre la creación. En su opinión, la ciencia ha dado respuestas muy adecuadas sin invocar a Dios. Afirma que la evolución está «tan perfectamente documentada como cualquier otro fenómeno de la ciencia», y que constituye «uno de los

---

50. Nota de prensa de la Associated Press, Topeka, Kansas, 9 de mayo de 2005. Véase <http://www.cbsnews.com/stories/2005/05/09/national/main693896.shtml>. Consultado en junio de 2005.

51. Para un repaso sucinto de parte de la argumentación, véase Dembski, *The design revolution: Answering the toughest questions about intelligent design*. [Véase la nota 47.]

52. J. F. Ashton, ed., *In six days: Why 50 scientists choose to believe in creation* (Sidney, Australia: New Holland Publishers Pty, Ltd., 1999).

53. Richard Dawkins, “Sadly, an honest creationist” [Tristemente, un creacionista honesto], *Free Inquiry* 21/4 (2000): 7, 8.

mayores triunfos del descubrimiento humano». <sup>54</sup> Las trincheras del frente de combate se profundizan cada vez más.

En esta era científica hay quienes se preguntan por qué en los países industrializados tantas personas creen que Dios creó a los seres humanos. Un factor que contribuye a ello es «el porcentaje sorprendentemente alto de profesores de biología que apoyan el creacionismo». <sup>55</sup> Esta afirmación del editor de la revista *The American Biology Teacher* bajo el epígrafe de “malpraxis educativa” presenta un informe de varios estudios realizados entre profesores de biología de secundaria en diversos Estados. Los resultados demuestran que entre el 29 y el 69% cree que «el creacionismo debería enseñarse en las clases de ciencia en las escuelas públicas», y que entre el 16 y el 30% de hecho lo presentan. En cambio, la National Association of Biology Teachers (Asociación Nacional de Profesores de Biología) emitió una declaración en 1995 en la que declaraba que la evolución era «un proceso sin supervisión, impersonal, imprevisible y natural». <sup>56</sup> El uso de las expresiones “no supervisado” e “impersonal” sugirió a muchos que la asociación adoptaba una postura atea, y que, de hecho, estaba enunciando la declaración *teológica* de que no existe en absoluto Dios alguno. Tras prolongadas disputas, la NABT retiró las polémicas palabras de la declaración. Algunos periodistas de la prensa pública acusaron entonces a los científicos de capitular ante los creacionistas. Complica la ecuación aún más el hecho sustancial de que el asunto de la existencia de Dios tiene tal carga emocional que muchos científicos y otros eruditos, sencillamente, guardan silencio al respecto. Los científicos difieren muchísimo en su opinión en cuanto a *la cuestión de Dios*. Usamos la expresión “la cuestión de Dios” de vez en cuando para referirnos al asunto específico de *si Dios existe o no*.

---

54. Stephen J. Gould, “Dorothy, it’s really Oz” [Dorothy, es Oz. De verdad], *Time* 154/8 (1999): 59.

55. R. Moore, “Educational malpractice: Why do so many biology teachers endorse creationism?” [Malpraxis educativa: ¿Por qué tantos profesores de biología apoyan el creacionismo?], *Skeptical Inquirer* 25/6 (2001): 38-43.

56. Larson y Witham, “Scientists and religion in America”. [Véase la nota 44.]

## Aumento de interés en la cuestión de Dios

Durante la última década han tenido lugar varios congresos importantes que abordaban el asunto de la existencia de un diseñador o Dios. Especialmente notable fueron el congreso “Cosmos y creación”, en la Universidad de Cambridge (1994); el congreso “Mera creación”, en la Universidad Biola (1996); el congreso “Ciencia y búsqueda espiritual”, en el campus de Berkeley de la Universidad de California (1998); el congreso “Naturaleza de la naturaleza” en la Universidad Baylor (2000); y el congreso “Dios, naturaleza y diseño”, en la Universidad de Oxford (2008). Estos encuentros cuentan con científicos de primera fila entre sus ponentes y, ocasionalmente, la participación de algunos premios Nobel. Aparte de los anteriores, a lo largo y ancho del mundo ha habido numerosos congresos sobre este tema. Se están considerando muchas ideas. En lo tocante a la cuestión dominante del origen de la vida, los conceptos sobresalientes que se evalúan incluyen: (a) que la vida evolucionó por sí misma y que ningún Dios tuvo nada que ver (*evolución naturalista*); (b) que hay algún tipo de diseñador (*diseño inteligente*); (c) que Dios usó el proceso de la evolución (*evolución teísta*); (d) que Dios creó diversas formas de vida a lo largo de miles de millones de años (*creación progresiva*); (e) que Dios creó la diversas formas de vida hace unos miles de años, como se colige de la Biblia (*creación reciente*).

Abundan las evidencias del floreciente interés en la cuestión de Dios. El número de cursos que tienen que ver con la relación entre la ciencia y la religión ha aumentado de forma espectacular. Aunque hace unas décadas apenas podían encontrarse cursos así en las instituciones estadounidenses de enseñanza superior, hay ahora cientos que enriquecen en la actualidad los planes de estudios.<sup>57</sup> Sin duda, han contribuido a ello los incentivos de la Fundación John Templeton. La antología *Cosmos, Bios, Theos*<sup>58</sup> presenta aportaciones de muchos científicos distintos, incluidos más de veinte premios Nobel, que hablan

---

57. *Ibid.*

58. H. Margenau y R. A. Varghese, eds., *Cosmos, bios, theos: Scientists reflect on science, God, and the origins of the universe, life, and Homo sapiens* [*Cosmos, bios, theos: Los científicos reflexionan sobre ciencia, Dios y los orígenes del universo, la vida y el Homo sapiens*] (La Salle, Illinois: Open Court Pub. Co., 1992).

de ciencia, religión y la existencia de Dios. La revista *Science*, posiblemente la revista científica más prestigiosa del mundo, presentó en 1997 un debate titulado “La ciencia y Dios: ¿Se inicia del deshielo?”<sup>59</sup> Las secciones de noticias y de cartas de algunas revistas científicas ocasionalmente son reflejo del asunto. El número de enero de 2000 de la revista *Explorer*, de la American Association of Petroleum Geologists (Asociación Estadounidense de Geólogos Petroleros) contenía un artículo editorial de debate que indicaba que los geólogos se mantenían al margen de los debates en cuanto a la creación debido a la política que había en juego y porque «[...] “un científico que acude a debatir con estos individuos acaba machacado” [...]. “Tienen toda suerte de consignas y de palabras clave con las que pueden hacer una zancadilla a quien no esté familiarizado con sus tácticas”». <sup>60</sup> La respuesta de los lectores del editorial estuvo abrumadoramente en contra de tales cosas, e indicó que la ciencia debería estar más abierta a ideas diversas en cuanto a la creación o sobre Dios.<sup>61</sup>

La exploración espacial también suscita la cuestión de la existencia de Dios. Se dice que cuando el famoso cosmonauta ruso Gherman Titov volvió del espacio declaró que no encontró ningún dios y que había buscado ángeles y no los pudo encontrar. Solo había estado a 221 kilómetros por encima de la superficie terrestre. Sin embargo, tiempo después, los habitantes de la Tierra pudimos ver cómo los astronautas de la nave Apolo, a una distancia de 386.000 kilómetros, daban vueltas a la luna y leían para un público atónito las primeras palabras de la Biblia: «En el principio creó Dios los cielos y la tierra».

La prensa no especializada entra a menudo en la refriega. Un número de *Newsweek* de 1998 puso en su portada, con letras grandes, “Science Finds God” (La ciencia encuentra a Dios), y en 2006 podía leerse “God vs. Science” (Dios contra la ciencia) como titular en la portada de la revista *Time*. Revistas como *Christianity Today*, *New Scientist*, *Skeptical* y *Skeptical Inquirer* abordan a menudo la relación

59. G. Easterbrook, “Science and God: A warming trend?” *Science* 277 (1997): 890-893.

60. D. Brown, “Quiet agenda puts science on defense: Creation debate evolves into politics” [La agenda subrepticia pone a la ciencia a la defensiva: El debate sobre la creación evoluciona en política], *American Association of Petroleum Geologists Explorer* 21/1 (2000): 20-22.

61. Véanse diez cartas en “Readers’ Forum” [Foro de los lectores], *American Association of Petroleum Geologists Explorer* 21/3 (2000): 32-37.

entre ciencia y religión, dedicando en ocasiones la mayor parte de un número al tema.

Algunos científicos se atreven a creer en Dios. Hay científicos de primera fila que, en ocasiones, han escrito mucho sobre la relación entre la ciencia y Dios. Paul Davies, catedrático de física teórica en la Universidad de Newcastle upon Tyne, en Inglaterra, ha escrito un libro divulgativo titulado *God and the New Physics* [Dios y la nueva física]. Postula que «la ciencia ofrece una senda más segura a Dios que la religión».<sup>62</sup> Davies tiende a la cautela a la hora de identificar de forma definida el tipo de Dios que tiene en mente. En un libro posterior comenta que hay «pruebas contundentes de que “hay algo” que subyace a todas las cosas. La impresión de diseño es abrumadora».<sup>63</sup> Además, mantiene la tesis de que los científicos pueden ser religiosos: «Tras la publicación de *God and the New Physics*, me quedé perplejo al descubrir cuántos de mis colegas más cercanos en el campo de la ciencia practican una religión convencional».<sup>64</sup> John Polkinghorne lleva más de veinticinco años trabajando en la Universidad de Cambridge como físico especializado en la teoría de partículas. Reorientó su vocación y acabó entrando en el clero anglicano. Más tarde, ha llegado a convertirse en decano de una facultad. Se ha dedicado al estudio de la relación entre la ciencia y la teología, y ha publicado varios libros sobre el tema. Cree que Dios actúa en el universo y lo sostiene, y que, además, facilita nuestra libertad de elección.<sup>65</sup>

---

62. Paul C. W. Davies, *God and the new physics* (Nueva York: Simon and Schuster, 1983), p. ix.

63. Ídem, *The cosmic blueprint: New discoveries in nature's creative ability to order the universe* [El anteproyecto cósmico: Nuevos descubrimientos de la capacidad creadora de la naturaleza para ordenar el universo] (Nueva York: Touchstone, 1989), p. 203.

64. Ídem, *The mind of God: the scientific basis for a rational world* [La mente de Dios: Base científica para un mundo racional] (Nueva York: Simon & Schuster, 1992), p. 15.

65. K. W. Giberson, “Bottom-up apologist: John Polkinghorne—particle physicist, Gifford lecturer, Templeton Prize winner, and parish priest” [Apologista de los pies a la cabeza: John Polkinghorne — físico de partículas, profesor de la cátedra Gifford, laureado con el premio Templeton y párroco], *Christianity Today* 46/6 (2002): 64, 65; J. Polkinghorne, “God's action in the world” [La acción de Dios en el mundo], *CTNS Bulletin* 10/2 (1990): 1-7. Véanse también: J. Polkinghorne, *One world: The interaction of science and theology* [Un mundo: La interacción entre ciencia y teología] (Londres: SPCK, 1986); ídem, *Science and creation: The search for understanding* [Ciencia y creación: En búsqueda del entendimiento] (Boston: New Science Library, 1988); ídem, *Science and providence: God's interaction with the world* [Ciencia



Muchos científicos han expresado su creencia en Dios. Se han publicado varias colecciones que recogen tales expresiones.<sup>66</sup>

## La ciencia y el Dios racional de la Biblia

Hay una idea fascinante que lleva difundándose desde hace más de medio siglo que supone un reto para la contraposición que algunos sugieren que existe entre la ciencia y Dios. El concepto es que la ciencia se desarrolló especialmente en el mundo occidental debido a sus antecedentes judeocristianos. En otras palabras, lejos de que la ciencia y Dios no tengan nada que ver entre sí, la ciencia debe su origen al tipo de deidad descrito en la Biblia. Una cantidad impresionante de eruditos apoya esta tesis.<sup>67</sup>

El filósofo Alfred North Whitehead, afamado en el mundo entero, que enseñó tanto en la Universidad de Cambridge como en la de Harvard, propone que las ideas de la ciencia moderna se desarrollaron como «derivados inconscientes de la teología medieval».<sup>68</sup> El concepto de un mundo ordenado, tal como se infiere del Dios único, racional y coherente de la Biblia (monoteísmo) constituyó la base de la creencia en el concepto de causa

y providencia: La interacción de Dios con el mundo] (Boston: New Science Library, 1989).

66. Algunos ejemplos son: J. F. Ashton, ed., *The God factor: 50 scientists and academics explain why they believe in God* [El factor Dios: Cincuenta científicos y académicos explican por qué creen en Dios] (Sidney: Thorsons, Harper Collins Publishers, Australia, 2001); ídem, *In six days: Why 50 scientists choose to believe in creation* [nota 52]; E. C. Barrett y D. Fisher, eds., *Scientists who believe: 21 tell their own stories* [Científicos que creen: Veintiuno cuentan su propia historia] (Chicago: Moody Press, 1984); P. Clayton y J. Schall, eds., *Practicing science, living faith: Interviews with 12 leading scientists* [Practicar la ciencia y vivir la fe: Doce entrevistas a científicos de primera fila] (Nueva York: Columbia University Press, 2007); N. Mott, ed., *Can scientists believe? Some examples of the attitude of scientists to religion* [¿Pueden creer los científicos? Ejemplos de la actitud de los científicos ante la religión] (Londres: James & James, 1991); W. M. Richardson et al., eds., *Science and the spiritual quest: New essays by leading scientists* [La ciencia y la búsqueda espiritual: Monografías nuevas de científicos de primera fila] (Londres: Routledge, 2002).
67. Quien desee una reseña reciente puede consultar R. Stark, *For the glory of God: How monotheism led to reformation, science, witch hunts, and the end of slavery* [Para Gloria de Dios: Cómo el monoteísmo llevó a las reformas, a la ciencia, a las cazas de brujas y al fin de la esclavitud] (Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press, 2003), pp. 147-157.
68. A. N. Whitehead, *Science and the modern world* [La ciencia y el mundo moderno] (Nueva York: Macmillan Co., 1925), p. 19.

y efecto usado en la ciencia. Los muchos dioses impredecibles paganos de otras culturas eran caprichosos y, por ello, no encajaban con la coherencia que posibilita la ciencia. R. G. Collingwood, que fue profesor de filosofía metafísica de la cátedra Waynfilete en la Universidad de Oxford, señala que la creencia de que Dios es todopoderoso facilitó el cambio en el punto de vista sobre la naturaleza, pasando de la imprecisión a la precisión,<sup>69</sup> y la precisión encaja perfectamente en la exactitud obtenible en la ciencia. En Holanda, el desaparecido Reijer Hooykaas, profesor de Historia de la Ciencia en la Universidad de Utrecht, también hace hincapié en que la cosmovisión bíblica contribuyó al desarrollo de la ciencia moderna. De especial importancia fue el relativo antiautoritarismo abrigado por la Biblia en comparación con las prácticas restrictivas de la Edad Media. Contribuyó a liberar la ciencia del dominio de los teólogos.<sup>70</sup> Uno de los principales eruditos en este campo es Stanley L. Jaki, quien, con doctorados en Física y Teología, cuenta con una magnífica reputación como catedrático en la Universidad Seton Hall de Nueva Jersey. Con gran perspicacia, Jaki señala que las culturas hindú, china, maya, egipcia, babilónica y griega habían dado todas, en distintos grados, sus primeros pasos en la ciencia, los cuales, sin embargo, acabaron de forma abortiva. Lo atribuye a falta de creencia en la racionalidad del universo, falta que era común a tales culturas. La tradición judeocristiana de la Biblia proporcionaba el tipo racional de Dios necesario para el establecimiento de la ciencia.<sup>71</sup> Resulta paradójico que ese mismo Dios que puede ser la causa última del establecimiento de la ciencia moderna se vea ahora completamente rechazado por la actual postura secular de los científicos.

---

69. R. G. Collingwood, *An essay on metaphysics* [Ensayo sobre metafísica] (Oxford: Clarendon Press, 1940), pp. 253-255.

70. R. Hooykaas, *Religion and the rise of modern science* [La religión y el surgimiento de la ciencia moderna] (Grand Rapids, Michigan: William B. Eerdmans Pub. Co., 1972), pp. 98-162.

71. S. L. Jaki, *Science and creation: From eternal cycles to an oscillating universe* [Ciencia y creación: De los ciclos eternos a un universo oscilante] (Nueva York: Science History Publications, 1974); ídem, *The road of science and the ways to God: The Gifford lectures 1974-1975 and 1975-1976* [La autopista de la ciencia y los caminos de Dios: Conferencias Gifford de 1974-1975 y 1975-1976] (Chicago: University of Chicago Press, 1978); ídem, *The Savior of science* [El Salvador de la ciencia] (Grand Rapids, Michigan: William B. Eerdmans Pub. Co., 2000), pp. 9-48.

No podemos afirmar que el concepto generalmente aceptado de una relación causal entre el Dios de la tradición judeocristiana y la ciencia moderna sea un hecho incuestionable; es, sencillamente, que la aceptación de esta idea sugiere que no hay una dicotomía clara entre la ciencia y el tipo de Dios descrito en la Biblia. Ese Dios es una deidad de causa y efecto, y es coherente; por lo que encaja perfectamente con la ciencia.

## Resumen

Los pioneros de la ciencia moderna, como, por ejemplo, Kepler, Boyle y Newton, fueron devotos creyentes en Dios y en la Biblia. No percibían conflicto alguno entre él y la ciencia, puesto que él creó los principios de la ciencia. Es obvio que los grandes científicos pueden creer en un Dios que actúa en la naturaleza. Desde aquella época, ha habido una separación de los caminos respectivos. La ciencia ha ido sola por su lado, aislándose de la religión e intentando dar respuesta a muchas cosas, incluyendo las cuestiones profundas de nuestro origen y propósito, sin referirse a Dios para nada. Aunque hay muchos científicos que creen en él, en la actualidad se lo excluye esencialmente de todas las interpretaciones científicas. Los científicos contemporáneos de primera fila, en especial, han marcado la pauta para una ciencia separada de Dios.

*Con el paso del tiempo ha surgido una redefinición de la práctica de la ciencia*, dato que es importante y debe ser tenido en cuenta. En general, la mayoría considera que la ciencia es el estudio de hechos y explicaciones sobre la naturaleza, pero los detalles de las definiciones pueden variar tremendamente. Cuando los estudiosos empezaron a sentar las bases de la ciencia moderna, quienes estudiaban la naturaleza (los científicos) recibían el nombre de historiadores naturales o filósofos naturales, y tales personas glorificaban en sus escritos al Dios cuya actividad consideraban que podía percibirse en la naturaleza. A menudo, se referían a él como Creador de todo. Puesto que estableció las leyes de la naturaleza, era, por ende, parte de la interpretación científica. La importancia de Dios en la ciencia fue disminuyendo gradualmente, especialmente a finales del siglo

XIX. Ahora observamos una fuerte tendencia a ignorar a Dios en la práctica de la ciencia y quien se esfuerce por incluirlo será considerado anticientífico. Por definición, Dios es excluido sin más. Esta perspectiva cierra las puertas a la posibilidad de que la ciencia lo descubra. Así, la ciencia ya no está abierta a la búsqueda de la verdad, y puede llevar al error, ¡especialmente si Dios existe realmente!

En este libro proponemos que un científico debería estar abierto a la posibilidad de que Dios exista, y que la ciencia debería seguir los datos de la naturaleza al lugar adonde apunten, sea el que sea. *Nuestra inquietud es encontrar la verdad*, no encajar nuestras conclusiones dentro de una definición estrecha de la ciencia. En las páginas que quedan por delante consideraremos a grandes rasgos que la ciencia es, como se ha mencionado anteriormente, el estudio de los hechos e interpretaciones sobre la naturaleza. Una cuestión básica que abordaremos en el último capítulo es por qué la ciencia ahora prefiere excluir a Dios de su menú explicativo.

Las últimas décadas han sido testigo de una tendencia moderada al deshielo hacia religión y Dios en el campo de la ciencia y se está abordando con seriedad la cuestión de Dios; ello refleja algunas de las formas en que la ciencia y Dios han ido de la mano en el pasado. Además, la deidad descrita en la Biblia es un Ser coherente y racional que encaja perfectamente en los principios científicos de causa y efecto. En realidad, en lo que respecta a los enfoques racionales fundamentales, Dios y la ciencia no son tan diferentes, y la brecha que se ha abierto entre ellos merece ser eliminada.



# 2

## *Un universo perfectamente ajustado*

*Así, por tanto, la gravedad puede poner a los planetas en movimiento, pero sin el poder divino nunca habría podido ponerlos en un movimiento circundante como el que tienen en torno al Sol, y, en consecuencia, por esta y por otras razones, me veo obligado a atribuir la estructura de este sistema a un agente inteligente.<sup>1</sup>*

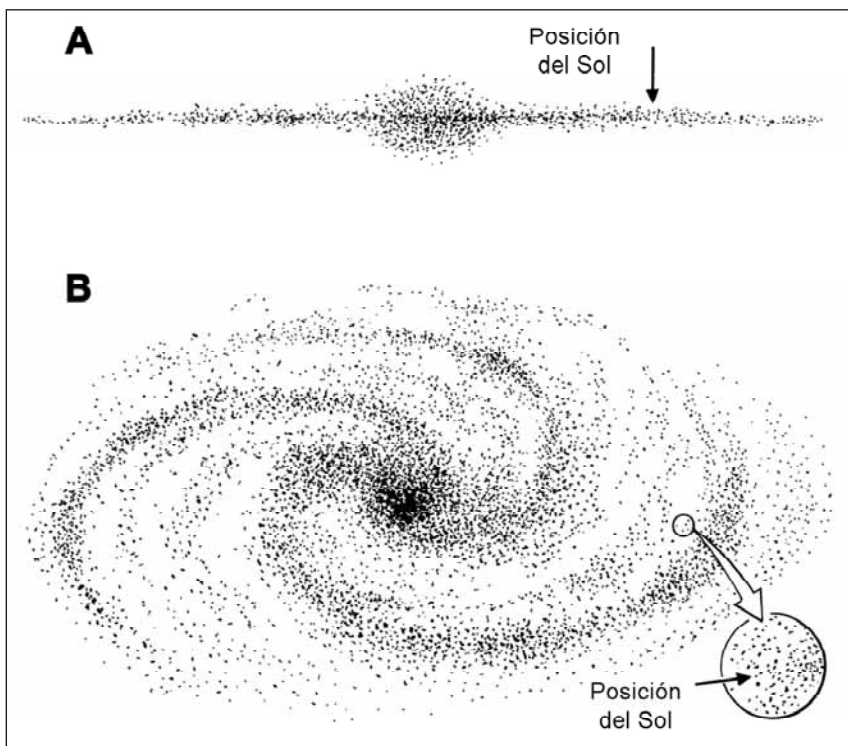
Sir Isaac Newton

### **¿Qué hay ahí fuera?**

Hay pocos espectáculos que puedan superar el asombro que inspiran las miradas de fulgurantes estrellas que podemos ver en una noche despejada. Por desgracia, hoy solo logran verlas quienes viven lejos de las grandes ciudades. La luz de las farolas y la contaminación atmosférica borran el magnífico desfile de astros con diversas tonalidades azules, amarillas y rojas. La mayoría tenemos el privilegio de contemplar únicamente unas estrellas brillantes o una luna apagada que luchan por dejarse ver a través de la neblina de la civilización. Sin embargo, el universo que descubrimos allende nuestro planeta

---

1. Isaac Newton, segunda carta a Bentley, escrita en 1692. En: H. W. Turnbull, ed., *The correspondence of Isaac Newton* [La correspondencia de Isaac Newton], tomo III, 1688-1694 (Cambridge: Cambridge University Press, 1961), p. 240.



**Figura 2.1** Representación de la galaxia de la Vía Láctea. El diagrama superior (A) es una vista lateral, mirando al borde, y muestra la gran protuberancia del centro. El diagrama inferior (B) es una vista casi planar que revela los brazos espirales y la posición aproximada de nuestro sol.

es mucho mayor de lo que podemos ver a simple vista una noche despejada.

Armados de potentes telescopios y otros sofisticados instrumentos, hace ya tiempo que los científicos realizan descubrimientos asombrosos. Ciertos especialistas que se dan a sí mismos nombres como cosmólogo, físico, filósofo, teólogo, astrofísico y astrónomo se atribuyen todo el derecho de interpretar lo que se descubre. Se trata de una de las áreas más apasionantes de la investigación que, además, viene acompañada de profundas implicaciones filosóficas. Se está descubriendo que el universo parece tener una regulación muy precisa que hace posible

que, tanto él como nosotros, existamos. Antes de que consideremos este asunto, con el fin de entender algunas de las razones por las que creen que el universo está perfectamente ajustado, echaremos un vistazo a lo que han encontrado los científicos.

Una de las características más llamativas del cielo nocturno despejado es una “nube” de estrellas, de forma irregular y alargada, que surca la bóveda celeste, denominada popularmente Vía Láctea. En realidad, formamos parte de esa nube, que es una masa gigantesca en forma de disco constituida por estrellas (Figura 2.1). Cuando dirigimos nuestra mirada a los bordes del disco, o sea, a la propia Vía Láctea, vemos muchas más estrellas de las que vemos si la dirigimos a las superficies planas del disco, que es lo representado por la mayor parte del resto del cielo. Es un poco como estar en medio de una multitud: vemos más gente si miramos a nuestro alrededor que si bajamos la mirada al suelo o la elevamos al cielo. Los astrónomos llaman a cada uno de tales discos de estrellas “universo isla” o *galaxia*. La nuestra, la galaxia llamada Vía Láctea, alberga unos cien mil millones de estrellas más o menos similares a nuestro Sol. El Sol es de color amarillento. Algunas estrellas tienen una temperatura menor y un aspecto más rojizo, mientras que otras tienen una temperatura más elevada y son azuladas. Las cuatro estrellas del trapecio de la constelación de Orión tienen diez veces la *masa* (cantidad de materia) del Sol y fulguran con un resplandor miles de veces mayor que él.<sup>2</sup> A veces, las estrellas parecen estar influidas por la gravedad de tal modo que se sospecha que ahí fuera, en algún sitio, haya mucha materia extra. Los físicos la denominan *materia oscura*, porque no emite luz como las estrellas. Aparentemente, el universo tiene mucha más materia oscura que estrellas, pero la ciencia tiene muchas preguntas no resueltas sobre este extremo. De hecho, no estamos seguros de qué es la materia oscura, ni de si existe en realidad, y hay más preguntas en cuanto a la energía oscura. Tales enigmas son solo una parte minúscula de los muchos misterios relativos a nuestro universo que descubrimos de continuo.

2. Martin Rees, *Just six numbers: The deep forces that shape the universe* [Seis números nada más: Las fuerzas profundas que ordenan el universo] (Nueva York: Basic Books, 2000), p. 42.



Las estrellas de nuestro disco galáctico no están distribuidas de modo uniforme. Tienden a concentrarse en brazos alargados que parten en espiral desde el centro (Figura 2.1). Vivimos en el borde de uno de esos brazos, a aproximadamente las dos terceras partes de la distancia desde el centro de nuestra galaxia. El centro de nuestra galaxia es una protuberancia en la que el disco es más grueso. En él pueden esconderse uno o más de los tristemente célebres agujeros negros. Los agujeros negros tienen una atracción gravitatoria tan enorme que ni siquiera la luz puede escapar de ellos; de modo que son oscuros. Si nos aventurásemos más de la cuenta en las proximidades de uno de ellos, también nosotros quedaríamos atrapados.

Parece que nuestra galaxia rota majestuosamente en bloque en el espacio. A nuestro sol le llevaría aproximadamente 250 millones de años dar una vuelta completa en torno a nuestra galaxia.<sup>3</sup> Aunque parezca que esa no es una velocidad elevada, las distancias son tan enormes que nuestro sol tiene que viajar a 225 kilómetros por segundo para dar una vuelta completa en ese lapso.

La mayoría de las estrellas que vemos en el cielo nocturno son otros soles de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Sin embargo, si miramos detenidamente la constelación de Andrómeda, aun sin el empleo de un telescopio, se percibe débilmente la galaxia de Andrómeda, situada a enorme distancia de la nuestra. Tiene aproximadamente tantas estrellas como nuestra propia galaxia, y cerca de ella se encuentran galaxias satélite menores que contienen varios miles de millones de estrellas. La atracción gravitatoria de la galaxia de Andrómeda las mantiene en un cúmulo. La Vía Láctea y Andrómeda son lo que denominamos galaxias espirales, debido a la disposición abierta en espiral de sus estrellas, pero la mayoría de las galaxias son diferentes. Un tipo común es el elíptico, algunas son más esféricas y otras tienen formas irregulares.

Nuestra galaxia forma parte de un “grupo local” de aproximadamente 34 galaxias situadas en el borde del grupo galáctico de Virgo, mucho mayor. Los astrónomos también han descubierto un con-

---

3. Robert Jastrow, *God and the astronomers* [Dios y los astrónomos], 2ª ed. (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1992), p. 11.

junto de galaxias de forma laminar denominado “Gran Muralla”.<sup>4</sup> La cantidad que hemos descubierto usando telescopios ubicados tanto en la Tierra como en el espacio es casi increíble. El universo conocido tiene unos cien mil millones de galaxias, cada una de las cuales cuenta con una media de cien mil millones de estrellas.<sup>5</sup> ¿Hay otras galaxias u otros universos más allá de lo que podemos ver? No lo sabemos. Cualquier sugerencia de esa índole tendrá que seguir siendo sumamente especulativa.

Todos hemos vivido momentos emocionantes en nuestra vida que nunca se nos olvidan. Uno de los míos tuvo lugar en 1987, cuando viajaba por Australia. Elevé la visa al cielo nocturno y vi una estrella sumamente brillante donde antes había únicamente una muy tenue. ¿Cómo podía ser? Lo que contemplaba era un fenómeno inusual —la explosión de una supernova—, y fue una de las mayores explosiones jamás vista. La historia antigua registra algunas, pero esta era la mejor observada en tiempos modernos. Se cree que lo que pasó fue que una estrella tenue, que tenía aproximadamente diez veces la cantidad de materia de nuestro sol, acabó desmoronándose hacia su interior por el efecto de la gravedad en una masa tan tremenda. El hundimiento causó una explosión que produjo una estrella sumamente brillante en cuestión de horas. Siguió siendo muy visible durante varias semanas. La supernova probablemente produjera una estrella neutrón, y la materia de un objeto tal es sumamente densa, por lo que puede acabar contrayéndose más hasta formar un agujero negro. Se calcula que, en la tierra, una sola cucharadita de materia de una estrella colapsada pesaría aproximadamente quinientos millones de toneladas. Tales cosas pueden parecer más plausibles si nos percatamos de que la materia “sólida” ordinaria es casi todo espacio vacío en cualquier caso. La razón por la que los rayos X pueden pasar fácilmente a través de nuestro cuerpo es que somos fundamentalmente espacio vacío, ¡y eso se aplica también a nuestro cerebro! Si nos deshacemos del espacio

4. D. Wilkinson, *God, time and Stephen Hawking* [Dios, el tiempo y Stephen Hawking] (Londres: Monarch Books, 2001), p. 35.

5. Stephen W. Hawking, *A brief history of time: The updated and expanded tenth anniversary edition* [Historia del tiempo: Edición actualizada y expandida del décimo aniversario] (Nueva York: Bantam Books, 1996), p. 38.

vacío que hay entre los átomos y dentro de ellos, tendremos materia muy pesada. Un átomo está muy vacío, miles de veces más vacío de lo que se representa en nuestras ilustraciones tradicionales de los átomos (véase la Figura 2.2, p. 55). Se calcula que el diámetro exterior de un átomo es aproximadamente diez mil veces mayor que el de su núcleo central, pero casi toda la materia se concentra en el núcleo. Por ello, hay muchísimo espacio vacío en un átomo en el que podría colapsarse la materia. Si todos los seres humanos nos colapsásemos a la densidad de una estrella de neutrones, seríamos todos de aproximadamente el tamaño de un guisante.<sup>6</sup>

El estallido de una supernova es solo un ejemplo de nuestro dinámico universo. También vemos cuásares que, aunque mucho menores que las galaxias, pueden ser mil veces más brillantes. También ellos pueden albergar algunos de esos intrigantes agujeros negros. Además, también se ha sugerido que algunas galaxias podrían estar canibalizando otras galaxias. Parece que nuestro universo es sumamente activo.

Afortunadamente, las cosas son más plácidas en torno de nuestro sistema solar, en el que hay ocho planetas, incluida nuestra Tierra, que giran de forma ordenada en torno a nuestro benéfico sol, que es para nosotros una fuente continua de energía. Algunos astrónomos han destronado a Plutón de la lista de planetas oficiales, pero sigue en el cielo con su “luna”. Los planetas, que, a primera vista en el cielo nocturno, asemejan estrellas de movimiento lento, no emiten luz, sino que simplemente reflejan la del Sol. En conjunto, tienen al menos sesenta lunas,<sup>7</sup> incluida el único satélite que gira alrededor de la Tierra y que nos sirve de inspiración para componer canciones y escribir poemas. Los cuatro planetas interiores, entre los que se cuenta la Tierra, cuentan con una superficie sólida. Marte es el más parecido a la Tierra. Venus, que orbita en torno al sol más cerca que la Tierra, tiene la rareza de girar sobre sí al revés de cómo lo hacen sus planetas

6. C. De Pree y A. Axelrod, *The complete idiot's guide to astronomy* [Guía de astronomía para torpes] (Indianápolis, Indiana: Alpha Books, 2001), p. 277.

7. Los últimos años han revelado otras tantas pequeñas “lunas” orbitantes, especialmente en torno de los planetas exteriores. Véase R. Cowen, “Moonopolies: The solar system's outer planets host a multitude of irregular satellites” [Lunopolis: Los planetas exteriores del sistema solar albergan una multitud de satélites irregulares], *Science News* 164 (2003): 328, 329.

vecinos. Esto complica cualquier idea que quiera postularse sobre un modelo sencillo para la formación de los planetas mediante un solo acontecimiento. Los planetas exteriores tienen mucha más masa, pero en gran parte son gaseosos, con núcleos rocosos pequeños. Plutón, que está más alejado que los planetas, es diferente, y está constituido, en parte, de metano helado y, como Venus, gira sobre sí mismo en sentido contrario al de la mayoría de los otros planetas. Saturno, distinguido por sus muchos y asombrosos anillos, es tan liviano que, en realidad, flotaría en el agua si pudiéramos localizar un estanque de agua de ese tamaño. El mayor de los planetas, Júpiter, también gaseoso, tiene una luna, Ío, que es intensamente volcánica. Entre Marte y Júpiter hay un anillo de muchos miles de cuerpos rocosos irregulares pequeños denominados asteroides. Algunos de ellos ocasionalmente penetran, incendiados, en nuestra atmósfera, lo que produce estelas luminosas llamadas meteoros. Júpiter tiene una masa tan enorme que atrae muchos restos que, en caso contrario, harían impacto en la Tierra. Los astrónomos calculan que si no estuviese ahí, la Tierra sería alcanzada «aproximadamente mil veces más a menudo que en la actualidad por cometas y por restos cometarios». <sup>8</sup> Los helados cometas de largas colas, que viajan en torno al sistema solar siguiendo rutas previsibles, son un elemento más añadido a la intriga de nuestro complicado sistema solar. Recientemente se han descubierto varios planetas que orbitan en torno a otros soles.

## La enorme inmensidad del universo

Desde nuestra diminuta Tierra no es fácil captar lo alejadas que están otras partes del universo. Puede que parezca que nuestro sol está ahí mismo, pero se encuentra a casi 150 millones de kilómetros. Nos cuesta conceptualizar tales cifras. Puede darnos una idea considerar que si viajásemos de la Tierra al Sol a la velocidad de un avión comercial de reacción, llegar allí nos llevaría 19 años de vuelo ininterrumpido.

---

8. Hugh Ross, *The Creator and the cosmos: How the greatest scientific discoveries of the century reveal God* [El Creador y el cosmos: Cómo los grandes descubrimientos científicos del siglo revelan a Dios], 2ª ed. (Colorado Springs, Colorado: NavPress, 1995), p. 137; véase también, de los editores, "Our friend Jove" [Nuestro amigo Júpiter], *Discover* 14/7 (1993): 15.

Un viaje a Plutón a la velocidad de un avión así requeriría 741 años. Pensando en proporciones, si el Sol fuese del tamaño de una habitación de tres metros de ancho, la tierra tendría aproximadamente el tamaño de un albaricoque y daría vueltas a una distancia de trescientos metros, y Plutón sería del tamaño de un guisante, a trece kilómetros de distancia.

En comparación con el universo, nuestro sistema solar es sumamente pequeño. Para hablar del resto del universo es más sencillo utilizar una unidad de medida mucho mayor que los kilómetros para no tener que llenar muchas páginas con ceros. Los astrónomos emplean otra unidad llamada *año luz*, que es la distancia que atraviesa la luz en un año. Es igual a aproximadamente 9.461.000.000.000 kilómetros.

La luz del Sol tarda ocho minutos en llegar a la tierra, de modo que, cuando vemos una gran erupción solar que se eleva a 95.000 kilómetros de la superficie del Sol, se dio en realidad ocho minutos antes. La estrella o sol más cercano más allá de nuestro sistema solar es Alfa Centauri, y la luz que procede de ella tarda cuatro años en llegar a la Tierra, por lo que decimos que está a cuatro años luz de nosotros. La Vía Láctea tiene aproximadamente 100.000 años luz de diámetro y los astrónomos calculan que la galaxia de Andrómeda está a 2 millones de años luz de nosotros. Por ello, viajar hasta allí llevaría mucho tiempo. Lo que ahora vemos que pasa allí no sucede en el momento actual, sino en el pasado. Se calcula que las galaxias más distantes del universo están a miles de millones de años luz de distancia. Puesto que la luz tarda tantísimo en llegar desde las estrellas más lejanas, los astrónomos interpretan que lo que ven ahora de las estrellas distantes representa lo que ocurrió hacia mucho tiempo.

Aunque se calcula que el universo visible tiene setenta mil trillones (un siete seguido de 22 ceros) de estrellas, dadas las tremendas distancias que hay entre las estrellas, las galaxias y los cúmulos galácticos, el espacio está increíblemente vacío. Si todos los átomos de toda la materia del universo se distribuyesen de manera uniforme en el volumen del universo, solo habría un átomo por cada cinco metros cúbicos del espacio.<sup>9</sup> Esto significa que un volumen equi-

---

9. Rees, *op. cit.*, p. 73. [Véase la nota 2.]

valente a una habitación normal de una casa contendría solo seis átomos. A una escala mayor, vemos que las galaxias están separadas entre sí por millones de años luz. Puede que esté bien que la materia esté distribuida de manera tan rala en nuestro universo. El físico Freeman Dyson<sup>10</sup> calcula que si la distancia entre las estrellas hubiese sido diez veces menor de lo que es, habría una probabilidad elevada de que otra estrella se hubiese acercado lo bastante a nuestro sistema solar como para perturbar la órbita de los planetas, algo que sería desastroso para la vida en la tierra.

## ¿De qué está hecho el universo?

Nuestro inmenso universo consiste en átomos diminutos comunes y corrientes, de los cuales los científicos pensaron en una ocasión que eran lo más pequeño que podía existir y que, por ende, no se podía subdividir en partes menores. Sin embargo, hace aproximadamente un siglo, los investigadores descubrieron partes de átomos llamadas electrones. Sumamente diminutos, están dotados de una carga eléctrica negativa. Los físicos no tardaron en encontrar partes mucho mayores de los átomos, dotadas de carga positiva, a las que dieron el nombre de protones, y después partículas del mismo tamaño y carentes de carga, a las que denominaron neutrones. Un protón tiene una masa (cantidad de materia) que es 1.836 veces la de un electrón. ¿Serían estas partículas las partes elementales más pequeñas de la materia? Hace décadas descubrimos que si se hacían chocar entre sí protones que se moviesen a velocidad elevada, parecían romperse en unidades menores, a las que ahora se denomina *quarks*. Y eso no fue sino el inicio de los descubrimientos realizados en esta intrigante área de la ciencia. Los físicos han descrito al menos 58 tipos de partículas subatómicas.<sup>11</sup> La mayoría de las partículas tiene una antipartícula homóloga que tiene una carga opuesta, y cuando las dos chocan entre sí, se aniquilan mutuamente. Luego

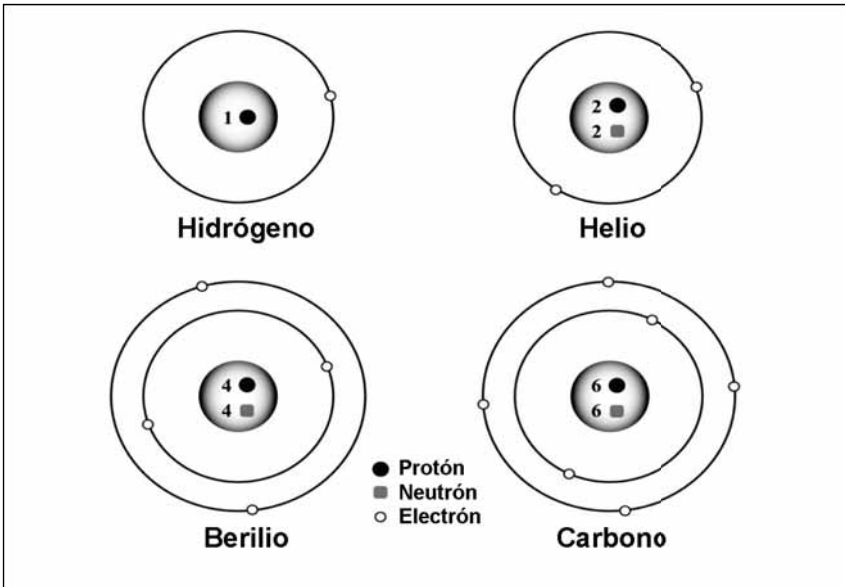
10. Freeman Dyson, *Disturbing the universe* [Perturbar el universo] (Nueva York: Harper & Row Pub., Inc., 1979), p. 251.

11. Hugh Ross, *Beyond the cosmos* [Más allá del cosmos] (Colorado Springs, Colorado: NavPress, 1996), p. 30.

está la cuestión de si algunas de estas son partículas realmente. Hay muchos aspectos de esta área que no comprendemos plenamente.

Nuestro concepto simplificado de los átomos es que constan de un núcleo central compuesto de protones y neutrones, mientras que los electrones orbitan en el exterior (véase la Figura 2.2, p. 55). El núcleo de nuestro elemento más ligero, el hidrógeno, tiene solo un protón y en el exterior hay un electrón. El helio tiene dos protones, dos neutrones y dos electrones. El carbono y el oxígeno, elementos tan esenciales para la vida, normalmente tiene seis y ocho de estos componentes básicos, respectivamente. Los elementos más pesados tienen muchos más, al igual que relaciones más complicadas entre las diversas partes.

Cuando consideramos la luz blanca ordinaria puede que no nos demos cuenta de que lo que vemos es en realidad una mezcla de todo tipo de colores. La luz blanca que vemos en la pantalla de un televisor o de un ordenador en realidad es una combinación de luces rojas, verdes y azules, como pondrá de manifiesto fácilmente una buena lupa. Llegamos a concienciarnos de esto cuando vemos la luz blanca separada en los diferentes colores de un arco iris por las gotas de lluvia. La ciencia usa ese fenómeno para descubrir mucho de la composición química del universo. Al hacer pasar un haz estrecho de luz procedente de una estrella por un prisma de vidrio, los astrónomos pueden ver los distintos tipos de colores producidos por las estrellas, y han aprendido mucho con lo que han visto. Los átomos tremendamente activos que hay en las estrellas producen esta luz cuando, al saltar de una órbita a otra inferior, los electrones que orbitan entorno a los núcleos liberan parte de su energía. Cada tipo de átomo produce un patrón de color diferente. Por ejemplo, si se ven ciertos tipos específicos de color rojo, azul, violeta y violeta oscuro, se sabe que estamos ante átomos de hidrógeno. Estudiando la luz de muchas estrellas del universo, los astrónomos han descubierto que tienen los mismos tipos de elementos que hallamos en la tierra, pero que las proporciones son muy diferentes. Tenemos abundancia de elementos más pesados, como el oxígeno, el silicio y el aluminio, que forma el 82% de la corteza terrestre, mientras que el 97% del universo parece estar constituido por los dos elementos más ligeros que conocemos, o sea, el hidrógeno y el helio.



**Figura 2.2** Representación tradicional de algunos átomos simples. El núcleo es la esfera gris en el centro de cada clase de átomo. Los electrones están en el exterior. El átomo de berilio mostrado es el berilio-8, que es algo inestable. La forma habitual de berilio es el berilio-9, que tiene un neutrón más en su núcleo.

## Ideas sobre el universo

Hay quienes dan por sentado que el universo siempre ha existido. Si así fuese, la pregunta de cómo surgió carecería de significado. Los creyentes cristianos, judíos y musulmanes creen que Dios creó en universo. Las religiones orientales como el hinduismo y el budismo tienen una variedad de ideas y sugerencias de ciclos repetidos de cambios que se dan con el correr del tiempo. Hace algunos siglos, la humanidad abrigaba todo tipo de especulaciones en cuanto a la naturaleza del universo. En ese entonces aparecieron varios gigantes intelectuales, entre ellos Sir Isaac Newton, quien describió las leyes de la gravedad y el movimiento que explicaban las trayectorias de las estrellas. Su obra tuvo un profundo impacto en el pensamiento de su tiempo. Los científicos habían empezado a demostrar que el universo era explicable y predecible. En consecuencia, algunos veían menos necesidad de Dios. Dado que cada vez había más cosas



que se explicaban, algunos hasta sugirieron que la labor de los físicos podría haber acabado. Sin embargo, la teoría cuántica y la relatividad lo cambiaron todo. Abordaremos brevemente el desarrollo de estas ideas porque tal desarrollo da vislumbres útiles de cómo trabaja la ciencia.

Hace aproximadamente un siglo empezaron a surgir serios problemas, no en la esfera de las estrellas, sino en el mundo submicroscópico de lo diminuto, de los átomos y de la energía que emiten. El área de estudio denominada teoría cuántica aborda conceptos que resultan a veces francamente espeluznantes cuando se comparan con nuestro universo normal, en el que rigen las relaciones de causa y efecto que damos por sentadas de forma intuitiva. Elaborada por Max Planck (1858–1947), la teoría cuántica proponía que ciertas cantidades físicas podían adoptar ciertos valores definidos, pero no los valores intermedios entre los anteriores. Además, los electrones podían comportarse en algunos aspectos como las ondas, pero actuar en otros casos como partículas. Algunos resultados de la investigación eran predecibles, pero solo en el terreno estadístico y únicamente cuando los investigadores consideraban conjuntamente muchos acontecimientos. Sin embargo, no eran posibles las predicciones válidas en la esfera individual. Uno de los grandes conceptos que surgió de estos estudios fue el principio de incertidumbre de Werner Heisenberg.

Este principio afirma que no es posible conocer a la vez y con precisión la posición y el momento (velocidad multiplicada por masa) de una partícula. Todo ello ha dado alas a la especulación filosófica, que ha abordado conceptos tales como que no hay realidad cuántica real, o que la impredecibilidad que encontramos en la teoría cuántica es la base de nuestro libre albedrío. Una conclusión cautelosa es que aún nos queda mucho por aprender del extraño mundo de la teoría cuántica. ¡Quien asegure entender plenamente la teoría cuántica, sencillamente, dista de hacerlo! No obstante, el concepto ha sido muy útil en el desarrollo de dispositivos tan exóticos como los láseres y los imanes superconductores, y los cosmólogos lo han empleado mucho en modelos teóricos de un universo

en desarrollo. Uno de los mejores resultados ha sido la ampliación de la perspectiva filosófica de la humanidad. Ha contribuido a que nos demos cuenta de que la realidad no se limita a las ideas simples que entendemos, que es preciso que tengamos en cuenta lo incierto y lo impredecible.

Igual de desconcertante para la manera en que solemos ver las cosas es la teoría de la relatividad. Desarrollada por Albert Einstein (1879–1955), uno de los grandes genios de nuestro tiempo, la teoría ha demostrado ser notablemente útil. Einstein, nacido en Alemania y formado académicamente en Suiza, creía firmemente en Dios, pero no en el tipo de Dios en el que los cristianos suelen pensar: un Dios que actúa como Creador y que se inmiscuye en nuestra vida personal. Para Einstein, la coherencia, el orden y la armonía del universo representaban a Dios. Su famoso comentario de que «Dios no juega a los dados» es reflejo de lo anterior. Hizo esa observación como objeción a algunas de las incertidumbres de la teoría cuántica.

Según la teoría de la relatividad, no es posible ir más aprisa que la velocidad de la luz, y la velocidad de la luz en el vacío es siempre la misma, con independencia del movimiento o la dirección tanto del origen como del observador. Sin embargo, la imagen de conjunto puede ser más complicada. Por ejemplo, algunos hallazgos recientes sugieren que puede haber habido alguna variación de la velocidad de la luz o factores estrechamente afines.<sup>12</sup> De acuerdo con la teoría de la relatividad, pueden cambiar tremendamente muchos factores físicos, pero normalmente no nos damos cuenta porque dentro de nuestra esfera normal de observaciones los cambios son diminutos. Sin embargo, si estudiásemos algo que viaja a una velocidad cercana a la de la luz, observaríamos que los relojes atrasan, las longitudes se acortan y la masa aumenta. A la velocidad de la luz, la masa se haría teóricamente infinita, lo que pone límites a la velocidad máxima a la que se puede viajar. La teoría de la relatividad declara que el espacio puede curvarse y que la masa puede transformarse en energía,

12. J. K. Webb et al., “Further evidence for cosmological evolution of the fine structure constant” [Prueba adicional de la evolución cosmológica de la constante de estructura fina], *Physical Review Letters* 87/9 (2001): 091301-1-4.

y la energía en masa (tal como se expresa mediante la expresión perfectamente conocida de  $E=mc^2$ ).

Hay muchas observaciones que confirman la validez de la relatividad. El tiempo debería parecer que corre más despacio cerca de cuerpos de mucha masa, y lo hace. Los relojes muy exactos van más aprisa en lo alto de una torre de agua que en su base, donde están más cerca de la masa de la tierra. Nuestros maravillosos sistemas de posicionamiento global pueden tener en cuenta tales diferencias para potenciar su precisión.<sup>13</sup> La investigación ha descubierto que las masas grandes, como nuestro sol, curvan la luz, algo también predicho por la relatividad. Usando relojes atómicos situados en aviones comerciales de reacción es posible detectar efectos minúsculos de la relatividad aunque los aviones vuelen solo a la millonésima parte de la velocidad de la luz.<sup>14</sup> Cuanto más aprisa se viaje en el espacio, más despacio habría que envejecer. En consecuencia, se podría viajar muy rápido en el espacio durante algunas semanas y, al volver a la Tierra, descubrir que han transcurrido muchos años y que nuestros amigos y nuestros parientes han envejecido o están muertos.<sup>15</sup>

¿Desbanca la relatividad a Newton y a sus fórmulas de mecánica celeste meticulosamente desarrolladas? No, pero añade una nueva dimensión a la obra de Newton, y se aplica en especial a situaciones más extremas. Los conceptos de Newton siguen funcionando en nuestra esfera de experiencia ordinaria y para el movimiento del sistema solar, salvo en lo que respecta a un fenómeno de menor entidad que se da en el planeta Mercurio, que la relatividad puede explicar mejor.

Aunque en el futuro la relatividad podría ser sustituida por ideas más avanzadas, el concepto, ciertamente, explica muchas cosas y ha sido confirmado notoriamente a lo largo de los años. El hecho de que el tiempo pueda modificarse es asombroso. Algunos investigadores sugieren incluso que el tiempo no existe, que es solo algo que imaginamos. Sin embargo, sigue siendo un concepto útil, al menos para nuestro mundo, ¡y más nos vale llegar a nuestro lugar de trabajo con puntualidad!

---

13. Hawking, *op. cit.*, pp. 33, 34. [Véase la nota 5.]

14. Rees, *op. cit.*, p. 33. [Véase la nota 2.]

15. Wilkinson, *op. cit.*, p. 111. [Véase la nota 4.]

## El universo en expansión y el *Big Bang*

A comienzos del siglo pasado, el astrónomo estadounidense Vesto Slipher, mientras estudiaba la luz procedente de las galaxias, notó evidencias que indicaban que algunas galaxias se alejaban de nosotros a la increíble velocidad de mil kilómetros por segundo. Una de las formas en que calculamos a qué velocidad se aleja una galaxia es fijarse cuánto se ha corrido su espectro con respecto a su patrón normal. Cuanto mayor es el corrimiento, más aprisa se desplaza la galaxia, conclusión basada en el conocido efecto Doppler que observamos a menudo cuando una ambulancia con la sirena a todo volumen se acerca a nosotros y después se aleja. El tono de la sirena decae espectacularmente nada más pasar a nuestro lado; y cuanto más rápido vaya la ambulancia, mayor es el cambio en el tono o la frecuencia de las ondas sonoras. Cuando la ambulancia viene a todo gas hacia nosotros, las ondas de sonido están relativamente “comprimidas”, y el tono del sonido es más elevado. Sin embargo, cuando se aleja de nosotros, dichas ondas se “estiran” y el sonido es más grave.

Las ondas de luz procedentes de las estrellas se comportan en algunos aspectos como las ondas sonoras de una ambulancia. Cuanto más aprisa se desplazan las estrellas hacia nosotros o en sentido contrario, mayor es el aumento o la disminución de frecuencia observada al comprimirse o estirarse las ondas lumínicas procedentes de su origen. Ahora bien, la frecuencia de las ondas lumínicas es lo que determina el color de la luz. Por ejemplo, encontramos que la luz azul tiene una frecuencia de onda más elevada (más rápida) que la luz roja. Por ende, si el patrón normal de las líneas del espectro de la luz de una estrella se corre hacia la zona roja (frecuencia inferior) del espectro, ello quiere decir que la estrella se aleja de nosotros. Pero si se ha corrido hacia la zona azul (frecuencia mayor), la estrella se dirige hacia nosotros.

Resulta que la luz procedente de galaxias distantes tiene una característica rojiza, rasgo que los astrónomos llaman corrimiento al rojo. Interpretan que esto quiere decir que las estrellas se alejan de nosotros, algunas a cincuenta mil kilómetros por segundo.

Tal análisis es mucho más complicado que un simple corrimiento al rojo. Ciertas pruebas muy buenas no concuerdan con el corrimiento al rojo. En consecuencia, hay quien afirma que la luz se cansa tras recorrer grandes distancias, y otros han sugerido explicaciones alternativas,<sup>16</sup> pero la opinión imperante en la actualidad es partidaria de excluir tales conceptos.

En la década de 1920 el famoso astrónomo Edwin Hubble se dedicaba al estudio de las galaxias usando el recién estrenado telescopio de dos metros y medio del Monte Wilson, situado en California. Descubrió que cuanto más alejada estaba una galaxia, más deprisa se alejaba. Su observación ha venido a denominarse ley de Hubble y ha añadido más intriga al asunto de lo que hay ahí fuera. Hubble calculó las distancias basándose en el brillo de ciertas características astronómicas estándar, más o menos como determinar lo alejada que está una vela basándonos en su brillo. Se ha demostrado que el método no es muy preciso, dado que no todas las estrellas tienen el mismo brillo. En la actualidad los astrónomos miden la distancia estelar basándose en el brillo de lo que denominan estrellas variables cefeidas. Han descubierto que algunas estrellas de brillo específico pierden intensidad o aumentan su resplandor a lo largo de un periodo regular. Midiendo la duración del periodo variable de tal estrella, averiguan el brillo normal de la estrella y pueden entonces calcular la distancia de la galaxia que contiene la estrella.

Los científicos han intentado determinar la edad exacta del universo partiendo de la suposición de que empezó muy pequeño y calculando luego cuánto tiempo le habría llevado expandirse hasta alcanzar su tamaño actual. Los cálculos recientes sitúan la edad del universo en el intervalo de diez a quince mil millones de años.

---

16. Para las presentaciones y las evaluaciones, véanse H. Arp, *Seeing red: Redshifts, cosmology and academic science* [Verlo todo rojo: Los corrimientos al rojo, la cosmología y la ciencia académica] (Montreal: Apeiron, 1998); M. de Groot, "Cosmology and Genesis: The road to harmony and the need for cosmological alternatives" [Cosmología y Génesis: La vía a la armonía y la necesidad de alternativas cosmológicas], *Origins* 19 (1992): 8-32; Fred Hoyle, G. Burbidge y J. V. Narlikar, *A different approach to cosmology: From a static universe through the big bang towards reality* [Enfoque diferente de la cosmología: De un universo estático, pasando por el *Big Bang*, hacia la realidad] (Cambridge: Cambridge University Press, 2000); J. V. Narlikar, "Noncosmological redshifts" [Corrimientos al rojo no cosmológicos], *Space Science Reviews* 50 (1989): 523-614.

La idea de que el universo se expande a gran velocidad planteó un serio reto para los puntos de vista tradicionales de comienzos del siglo XX. Si el universo aumenta realmente de tamaño, ello quiere decir que en el pasado era menor, y que antes de eso era aún menor, y al final se llega a un punto en que se empieza a pensar en cuándo, cómo y por qué el universo llegó tan siquiera a la existencia. Todo esto implica que el universo no siempre ha estado ahí. Abre la puerta a preguntarse cómo empezaron las cosas, y si alguna mente maestra como la de Dios podría haber dado origen a todo, o, si no fue Dios, cómo, entonces, empezó nada. Sin embargo, la idea de que Dios haga cosas en la naturaleza es en la actualidad un punto de vista muy impopular en la ciencia. El afamado astrónomo Robert Jastrow comenta que «cuando un científico escribe sobre Dios, sus colegas dan por sentado que está ya muy mayor o que se está volviendo majareta».<sup>17</sup> No obstante, la idea de que el universo llegara a la existencia súbitamente se parece mucho al relato bíblico de cómo Dios dio inicio a las cosas.

Para Einstein, la idea de que el universo tuvo un comienzo le parecía a la vez insensata e irritante.<sup>18</sup> Sorprendentemente, sus ecuaciones de la relatividad indicaban, de hecho, un universo en expansión que tenía que tener un comienzo, hecho que le fue señalado por el astrónomo holandés Willem de Sitter y por el matemático ruso Alexander Friedman (quien también halló un error en los cálculos de Einstein). Einstein intentó resolver el problema de la expansión proponiendo una nueva fuerza desconocida de la naturaleza. Añadió una constante cosmológica hipotética, que anularía perfectamente el concepto de expansión, dando así lugar a un universo estático. Sin embargo, los datos del corrimiento al rojo proporcionados por Hubble eran muy convincentes, y Einstein admitió por fin que su propuesta de una fuerza desconocida era la mayor metedura de pata de su vida. Paradójicamente, los físicos están volviendo de nuevo a variaciones de la constante cosmológica de Einstein para explicar datos recientes que sugieren que el universo no solo se expande,

---

17. Jastrow, *op. cit.*, p. 9. [Véase la nota 3.]

18. Según reseña Jastrow, *op. cit.*, p. 21. [Véase la nota 3.]

sino que aumenta de velocidad. Otras ideas, como que el universo se expanda y luego se contraiga de forma reiterada en lo que se denomina universo oscilante, y la del universo en estado estacionario, en el que se está creando continuamente nueva materia, evitan la cuestión de cómo dar comienzo al universo, pero tales conceptos ya no cuentan con mucha aceptación.

Si el universo tuvo un comienzo, ¿qué ocurrió en aquel momento trascendental? No lo sabemos, pero los teóricos han ofrecido ideas interesantes. El modelo aceptado en la actualidad se denomina *Big Bang* (la Gran Explosión). El nombre proviene de Sir Fred Hoyle, famoso cosmólogo británico que ha sido uno de los críticos más ruidosos de la teoría. Introdujo la expresión *big bang* a modo de designación despectiva, pero la sugerente y descriptiva terminología cuajó. En general, postula que hace aproximadamente doce mil millones de años toda la materia del universo estaba en una partícula menor que el núcleo de un átomo. Era tan diminuta que para hacer un milímetro harían falta  $10^{32}$  de tales partículas puestas una al lado de la otra.<sup>19</sup> Sin embargo, la partícula habría sido enormemente pesada y habría estado sumamente caliente, al tener una densidad y una temperatura casi infinitas. Durante el primer instante temporal del universo, que se calcula que duró una fracción de segundo de una parte entre  $10^{43}$ , se dio lo que los científicos denominan “singularidad”. Durante ese instante, las condiciones eran tan diferentes que nuestras leyes de la física fallan y no tienen aplicación. Cualquier detalle sería sumamente especulativo. El universo empezó a expandirse a la vez que se enfriaba. Se dio un periodo especialmente rápido de la expansión, llamado inflación, que se supone que se produjo entre la fracción de una parte entre  $10^{35}$  y la de una parte entre  $10^{33}$  del primer segundo. Se formaron *quarks*, y, a continuación, aparecieron los protones y los neutrones mientras continuaba la expansión. Cuando el universo contaba ya con algunos segundos de edad, comenzaron a aparecer los núcleos de algunos átomos simples. La expansión prosiguió, y se desarrollaron estrellas y galaxias cuando el universo alcanzó los mil millones

---

19. Basándonos en los  $10^{-33}$  centímetros sugeridos en Wilkinson, *op. cit.*, p. 47. [Véase la nota 4.]

de años de antigüedad. Siguieron formándose galaxias, y llegaron a la existencia nuestros elementos más pesados al irse colapsando las estrellas. Nuevas estrellas y sistemas solares se apropiaron de esos elementos más pesados al ir tomando forma un tipo de universo más maduro. ¿Qué ocurre al final de esto? Los cosmólogos han ofrecido ideas diversas. En el futuro es posible que el universo frene y se colapse en una Gran Implosión (*Big Crunch*) universal catastrófica gigantesca, o que siga expandiéndose hasta acabar diluyéndose en un vacío carente de rasgos distintivos.

¿Es este relato una realidad, o es una fantasía resultante de una sobredosis de ciencia ficción? ¿Nos enfrentamos simplemente a un juego de números grandes que nos venden personalidades descolantes, o nos aproximamos a una verdad muy necesaria? El *Big Bang* requiere tantas circunstancias afortunadas que hay quienes lo llaman, por aquello de la rima inglesa con *Big Crunch*, “lo último en sopas bobas” (*the ultimate free lunch*), y, desde luego, supone un reto para nuestros conceptos normales de lo que es real. Sin embargo, también lo supone el propio universo. Algunos astrónomos de fama, como Robert Jastrow,<sup>20</sup> que afirma ser agnóstico, y Hugh Ross,<sup>21</sup> que es cristiano, ven en la Gran Explosión la prueba de que Dios puso las cosas en marcha en el principio. Además, no es difícil entender que se diera un proceso similar cuando la propia Biblia afirma que Dios «extendió los cielos» (Job 9: 8, SA) en al menos cinco pasajes.<sup>22</sup> ¿Podría Dios haberse valido de un proceso similar al *Big Bang* para crear el universo? No lo sabemos. No es preciso que dependamos de una gran explosión como prueba para creer en Dios. Como veremos más adelante, la materia del universo está organizada de formas tan precisas y polifacéticas que, con independencia del *Big Bang*, parece que es preciso un Dios diseñador.

Sir Martin Rees, astrónomo real, señala con gran agudeza que «la teoría del *Big Bang* lleva más de treinta años viviendo peligrosamente».<sup>23</sup> Sobrevive en parte, sencillamente, porque

20. Jastrow, *op. cit.* [Véase la nota 3.]

21. Ross, *The Creator and the cosmos*. [Véase la nota 8.]

22. Job 9: 8; Salmo 104: 2; Isaías 40: 22; Jeremías 10: 12; Zacarías 12: 1.

23. Rees, *op. cit.*, p. 117. [Véase la nota 2.]



los científicos no han propuesto nada mejor, y en parte porque algunos datos importantes la apoyan realmente, aunque otros datos la cuestionen. Los argumentos que apoyan el *Big Bang* incluyen: (a) la evidencia de que el universo se está expandiendo; (b) la proporción del hidrógeno con respecto al helio, que es cercana a lo que cabría esperar del *Big Bang*; (c) una impresionante radiación de fondo de microondas que se encuentra en todo el universo y sigue un patrón similar a lo que sugiere la teoría del *Big Bang*. En esta radiación se han encontrado variaciones minúsculas que algunos científicos interpretan que fueron las responsables de la formación de las galaxias.

El concepto del *Big Bang* también tiene serios problemas, especialmente si se supone que el proceso ocurrió sin ningún tipo de diseñador: (1) ¿Cómo pudo darse, sin más, la precisión necesaria para cuanto vemos? Consideraremos algunos de los detalles más abajo. (2) Tenemos el desconcertante problema de la naturaleza misteriosa de la materia oscura, que tiene el potencial de cambiar muchas ideas. (3) También es significativo el problema de la singularidad durante los primeros instantes del *Big Bang*, de la que se reconoce abiertamente que excluye las leyes de la ciencia tal como las conocemos.

El famoso cosmólogo Stephen Hawking, especialmente famoso por lo productivo que ha sido a pesar de padecer la enfermedad de Lou Gehrig (esclerosis lateral amiotrófica, ELA, o, según sus siglas en inglés, ALS) y de estar confinado en una silla de ruedas, ha intentado soslayar los problemas de la singularidad y de un comienzo para el universo. Ha combinado dos grandes pilares de la cosmología, concretamente la relatividad y la teoría cuántica, añadiendo los conceptos de la teoría de cuerdas y de branas,<sup>24</sup> que se valen de dimensiones que superan a las cuatro normales que conocemos (tres dimensiones espaciales y una para el tiempo). Incluye también conceptos matemáticos de tiempo imaginario y números imaginarios,<sup>25</sup> y sugiere un universo carente de límites tanto espa-

---

24. Stephen W. Hawking, *El universo en una cáscara de nuez*, trad. David Jou (Barcelona: Crítica, 2002).

25. *Ibid.*, pp. 82, 83; Dean L. Overman, *A case against accident and self-organization* [Argumentación contra el accidente y la autoorganización] (Lanham, Maryland: Rowman and Littlefield Pub., Inc., 1997), p. 161.

ciales como temporales y sin necesidad de comienzo ni fin.<sup>26</sup> En consecuencia, parece inclinarse por un universo que, sencillamente, estaría ahí. Se ha preguntado: «¿Qué lugar hay entonces para un creador?»<sup>27</sup> Sus puntos de vista no han hallado amplia aceptación. Hawking se refiere a Dios con frecuencia, pero normalmente en un contexto de evaluación, no de aceptación. Según algunos, Hawking puede ser deísta.<sup>28</sup> Un deísta cree en algún tipo de Dios que puso las cosas en marcha hace mucho tiempo, pero que en la actualidad no interviene en la naturaleza. En el reciente libro de Hawking titulado *El universo en una cáscara de nuez*, propone un enfoque puramente mecanicista.<sup>29</sup> La mayoría de los cosmólogos admiten que no saben cómo se produjo el *Big Bang*, mientras que otros ven en ese misterio una posible prueba de Dios.

## Ejemplos del ajuste perfecto del universo

Durante el pasado cuarto de siglo ha habido una firme e importante tendencia dentro de la comunidad cosmológica.<sup>30</sup> Reconoce que hay muchos hechos que apuntan a un tipo de universo que es “sencillamente el adecuado”, el único que permite la existencia de la vida, al menos en la Tierra. Pocos niegan la naturaleza sumamente inusual de estos parámetros físicos, que son difíciles de explicar como simple resultado del azar. La tabla 2.1 resume algunos de los hallazgos. Hay que imaginar las más desatinadas de las coincidencias para pensar que estos factores, y a veces sus sumamente precisas interrelaciones, se dieran simplemente por azar. Muchos ven en las evidencias de un ajuste perfecto del universo la impronta de un diseño sumamente inteligente. Naturalmente, otros no lo saben, pero muy pocos dejarán de admitir que se trata de algo sumamente inusual.

26. Hawking, *El universo en una cáscara de nuez*, pp. 82, 83. [Véase la nota 24.]

27. Hawking, *Historia del tiempo*, trad. David Jou (Barcelona: Crítica, 2005), p. 181. [Véase la nota 5 para la referencia de una edición más moderna en inglés.]

28. Ross, *The Creator and the cosmos*, p. 91. [Véase la nota 8.]

29. Véase también Wilkinson, *op. cit.*, pp. 70, 71. [Véase la nota 4.]

30. Para documentar más ampliamente este asunto, véase L. Strobel, *The case for a Creator: A journalist investigates scientific evidence that points toward God* [La argumentación en favor de un Creador: Un periodista investiga la evidencia científica que señala hacia Dios] (Grand Rapids, Michigan: Zondervan, 2004), pp. 93-192.

Algunos de los factores que hay en juego se entienden de forma óptima echando mano de las probabilidades. A veces se hace un uso indebido de las cifras de probabilidad, especialmente cuando se distorsiona lo que quieren decir; sin embargo, cuando se usan bien, pueden darnos una representación muy precisa de la probabilidad intrínseca de una situación. No hay que ser experto en juegos de azar para darse cuenta de que si se tira una moneda al aire hay una posibilidad entre dos de que salga cara, o de que en un dado hay una posibilidad entre seis de que caiga con cinco puntitos en la cara superior. Si tenemos una canica amarilla y 99 canicas azules en una bolsa, tenemos solo una probabilidad entre cien de sacar la canica amarilla a la primera sin mirar.

La probabilidad, que es verosimilitud de que se dé un resultado específico, disminuye muchísimo cuando se considera que ocurran a la vez varios sucesos improbables. Para hacer bien las cuentas cuando se combinan acontecimientos improbables, hay que multiplicar la improbabilidad de uno por la improbabilidad del otro, etcétera.<sup>31</sup> Por ejemplo, la probabilidad de sacar el cinco al tirar un dado una vez es de una entre seis. Si tiramos dos dados, la probabilidad de sacar un cinco en cada uno es solo de una entre 36 ( $\frac{1}{6} \times \frac{1}{6}$ ); para que salga un cinco en tres dados en una sola tirada, la probabilidad es de una entre 216 ( $\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{6}$ ); y de que en una sola tirada salga un cinco en cuatro dados hay una probabilidad de una entre 1.296 ( $\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{6}$ ). En otras palabras, si tiramos cuatro dados reiteradamente, al final los cuatro acabarán con cinco puntitos arriba una media de solo una vez de cada 1.296 tiradas. Las improbabilidades combinadas que encontramos en el universo son inimaginablemente menores, y más quiméricas. A continuación presentamos varios ejemplos de las improbabilidades que se dan en nuestro universo.

**El Sol.** La vida no sería posible sin el Sol, pues la Tierra sería un lugar tremendamente frío. Damos por sentado que el Sol está ahí, sin más, y rara vez somos conscientes de la regularidad que tiene al darnos luz y calor. Mediante el proceso de la fotosíntesis en las plantas, la luz solar nos da el necesario alimento. La órbita de la Tierra

---

31. Esto da por sentado que las diversas probabilidades son mutuamente independientes.

## TABLA 2.1

### EL PERFECTO AJUSTE DEL UNIVERSO

FACTOR	DESCRIPCIÓN
MATERIA	La materia está perfectamente organizada en más de cien tipos de elementos que interactúan para formar cualquier cosa, desde los minerales de los planetas a las moléculas tremendamente organizadas de los organismos. Los átomos de estos elementos complejos están compuestos de partículas subatómicas que tienen que tener características precisas. <b>Por ejemplo, si la masa del protón variase en una parte por mil, no habría átomos ni elementos.</b>
CARBONO	El carbono, elemento absolutamente esencial para la vida, tiene un nivel de resonancia que favorece muchísimo su incidencia. <b>Si ese nivel de resonancia hubiese sido un 4% menor, o si el del oxígeno hubiese sido solo un 1% mayor, casi no habría carbono.</b>
SOL	El sol nos da continuamente la cantidad de luz exacta necesaria para la vida en la tierra. <b>Si el sol estuviera solo el 5% más cerca o el 1% más alejado de la Tierra, ello privaría a nuestro planeta de todo tipo de vida.</b>
INTERACCIÓN NUCLEAR FUERTE	La interacción o fuerza nuclear fuerte une entre sí las partes del núcleo de los átomos. <b>Si esa fuerza fuese un 2% mayor, no habría hidrógeno, y, por ende, tampoco habría Sol, ni agua ni vida. Si fuese un 5% más débil, habría exclusivamente hidrógeno; nada más.</b>
INTERACCIÓN NUCLEAR DÉBIL	La interacción o fuerza nuclear débil controla parte de la desintegración radiactiva de los átomos. En el Sol regula la fusión del hidrógeno en helio. <b>Si esa fuerza fuese ligeramente superior, no se formaría helio, y si fuese ligeramente inferior, no quedaría hidrógeno.</b>
FUERZA ELECTROMAGNÉTICA	Esta fuerza impera en partículas cargadas, como los electrones, y, por ende, controla los cambios químicos que se dan entre los átomos. Es un componente muy importante de la luz. <b>Si fuese ligeramente mayor, las estrellas como el Sol serían estrellas rojas, y mucho más frías. Si fuese ligeramente menor, las estrellas serían estrellas azules muy calientes y de vida sumamente breve.</b>
GRAVEDAD	La gravedad mantiene cohesionadas las galaxias, los soles y la Tierra. La relación precisa de su fuerza con respecto a la de la fuerza electromagnética es crucial en sumo grado. <b>Si cualquiera de estas fuerzas variase solo en el menor grado, el resultado sería desastroso para estrellas como el Sol.</b>

parece estar exactamente en el lugar preciso para que el Sol nos dé la temperatura que requiere nuestra vida basada en el carbono. Si estuviese más cerca o más alejado, no tardaríamos en experimentar temperaturas intolerables. La temperatura superficial del planeta Venus, más próximo al sol, es de aproximadamente 460°C, mientras que la de Marte, que está más alejado que la Tierra, es de -23°C. Se calcula que si la Tierra estuviese solo un 5% más cerca o un 1% más alejada del Sol, el planeta estaría desprovisto de todo tipo de vida.<sup>32</sup>

El Sol produce su energía combinando (fusionando) hidrógeno para formar helio (Figura 2.2). Tal fusión convierte aproximadamente el 0,7% de la masa del hidrógeno en energía.<sup>33</sup> Es el mismo tipo de proceso que se da cuando estalla una bomba de hidrógeno, y podemos imaginar que el Sol es una bomba controlada de hidrógeno. La fusión solar lleva mucho tiempo dándonos la cantidad precisa de luz y calor, y los cálculos sugieren que puede seguir dándonos otros cinco mil millones de años. El Sol está muy caliente en su superficie, y los modelos matemáticos de lo que acontece en su interior indican que su interior está aún más caliente. En su superficie aparecen continuamente espectaculares manchas solares de tamaño planetario, así como protuberancias, indicio de su violenta actividad. El Sol parece estar en equilibrio entre la fuerza de gravedad, que tira de su superficie hacia el interior, y la presión hacia el exterior resultante de la actividad nuclear de su interior. Estas fuerzas o, más específicamente, sus valores básicos constantes, tal como expondremos más abajo, parecen estar a niveles muy críticos.

***El origen del carbono.*** El carbono es un elemento sumamente versátil que forma, en lo que a química se refiere, la columna vertebral de la vida en la Tierra, específicamente en las moléculas orgánicas que encontramos en los seres vivos, incluidas las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas y el ADN. Resulta que un conjunto de circunstancias notablemente fortuitas favorece la existencia de este elemento esencial. Cuando los cosmólogos estudiaron por vez primera la formación de los elementos en las estrellas mediante fusión, observaron

---

32. M. H. Hart, "Habitable zones about main sequence stars" [Zonas habitables en torno a estrellas de la secuencia principal], *Icarus* 37 (1979): 351-357.

33. Rees, *op. cit.*, p. 47. [Véase la nota 2.]

que las reacciones favorecerían únicamente la presencia de cantidades ínfimas de carbono, pero el carbono es el cuarto elemento más común del universo. Sir Fred Hoyle, famoso científico británico, propuso que el carbono tenía que tener un nivel particular de resonancia energética que facilitase su formación a partir de la combinación de núcleos de átomos de helio y de berilio. La resonancia es el acuerdo entre factores diferentes (niveles y objetivos energéticos) que permite que acontezcan ciertas cosas. Es algo así como tener un buen *swing* en el bate de béisbol cuando te lanzan la pelota: si todo sale bien, consigues un *home run*. Así, el nivel de resonancia adecuado contribuye a la formación de nuevos átomos. Tal resonancia potencia enormemente la probabilidad de que un núcleo de berilio, que resulta de la fusión de dos núcleos de helio, se combine con otro núcleo de helio para formar un átomo de carbono (Figura 2.2). Sin esta resonancia, el helio y el berilio simplemente subsistirían y se comportarían como es habitual, imperturbables. Cuando los colegas de Hoyle en el California Institute of Technology buscaron el nivel de resonancia del carbono, descubrieron que tiene precisamente el valor que Hoyle había predicho. Uno de ellos, Willy Fowler, recibió después el premio Nobel por sus estudios en esta área. El siguiente elemento en esta serie de síntesis propuesta sería el oxígeno, que sería el resultado de añadir un núcleo de helio a un núcleo de carbono (Figura 2.2). Resulta que el oxígeno tiene un nivel de resonancia inmediatamente por debajo del que se produce, de modo que haya poco carbono que se transforme en oxígeno, preservando así el muy necesario carbono. John Barrow, del centro astronómico de la Universidad de Sussex, califica esto de «casi milagroso».<sup>34</sup> Los científicos han calculado que si el nivel de resonancia del carbono hubiese sido un 4% inferior, o que si el del oxígeno hubiese sido un 1% más alto, casi no habría carbono.<sup>35</sup> ¡Hay quien piensa que Dios debe de tener predilección por el átomo de carbono!

La notable predicción de Hoyle y la demostración experimental de que era verdad constituyen un hito de la cosmología; un hito

34. J. D. Barrow, *Teorías del todo. Hacia una explicación fundamental del universo* (Barcelona: Crítica, 1994), p. 113.

35. J. Gribbin y M. Rees, *Coincidencias cósmicas: materia oculta, especie humana y cosmología antrópica* (Madrid: Pirámide 1991), p. 225.

en el que, según algunos, «no es posible hacer suficiente hincapié». <sup>36</sup> Acontecimientos como este ilustran el poder de predicción de la ciencia. Es la quintaesencia de la ciencia, y los científicos tienden a cuidarse de que tales acontecimientos no pasen desapercibidos. El propio Hoyle, que rechaza el cristianismo y la idea de Dios, <sup>37</sup> se sintió un tanto abrumado por los resultados. Afirmó que «una interpretación obvia de los hechos sugiere que un superintelecto ha trasteado con la física, al igual que con la química y la biología, y que en la naturaleza no hay fuerzas ciegas dignas de mención. Las cifras que calculamos a partir de los hechos me parecen tan abrumadoras que ponen este asunto casi fuera de toda duda». <sup>38</sup> Los cosmólogos John Gribbin y Martin Rees, quienes, como Hoyle, contemplan puntos de vista para el origen del universo distintos a la creación por parte de Dios, están también impresionados, por lo que afirmaron: «No hay mejor prueba en apoyo del argumento de que el universo ha sido diseñado para nuestro beneficio, hecho a la medida para el hombre». <sup>39</sup> Ya se crea que el carbono se formó en las estrellas, como piensan muchos cosmólogos, o mediante otro proceso, es difícil desentenderse de la sugerencia de que los factores especiales están relacionados con el papel fundamental que el carbono desempeña en los seres vivos.

**La interacción nuclear fuerte.** La física maneja cuatro fuerzas básicas conocidas. La intensidad de sus constantes básicas es notablemente adecuada para sus funciones. La más poderosa es la interacción nuclear fuerte, que une entre sí los *quarks* formando protones y neutrones, y, después, los núcleos de los átomos. Afortunadamente, la fuerza opera solo en distancias cortas dentro del núcleo de los átomos; si no, el universo podría ser un único bloque cohesionado por la interacción nuclear fuerte, y no habría átomos individuales ni estrellas ni galaxias. Parece que la interacción nuclear fuerte tiene que estar dentro de límites estrechos para que opere debidamente.

---

36. *Ibid.*

37. Ross, *The Creator and the cosmos*, p. 113. [Véase la nota 8.]

38. Fred Hoyle, "The universe: Past and present reflections" [El universo: Reflexiones pasadas y presentes], *Engineering and Science* 45/2 (1981): 8-12.

39. Gribbin y Rees, *op. cit.*, p. 247. [Véase la nota 35.]

Si fuese un 2% más fuerte, no habría hidrógeno,<sup>40</sup> y sin hidrógeno no habría Sol para calentarnos, ni agua, esencial para la vida, ni seres vivos (cuyos compuestos orgánicos tienen abundancia de hidrógeno). Pero si la interacción nuclear fuerte fuese solo un 5% menor, solo habría hidrógeno en el universo,<sup>41</sup> y todo sería sumamente simple.

**La interacción nuclear débil.** Miles de veces más débil que la interacción nuclear fuerte, actúa en ciertas partículas que hay dentro del núcleo de los átomos y controla algunas formas de la desintegración radiactiva de los átomos. La interacción nuclear débil contribuye a regular la fusión del hidrógeno en el Sol, de modo que siga existiendo durante miles de millones de años en vez de estallar como una bomba. Si fuese ligeramente más fuerte, el helio, producto de la fusión solar, no se formaría, y si fuese ligeramente menor, no quedaría hidrógeno en el Sol.<sup>42</sup>

**La fuerza electromagnética.** Esta fuerza actúa más allá del núcleo de los átomos e interactúa con las partículas cargadas eléctricamente. Al tener mucho que ver con los principios que gobiernan los cambios químicos, actúa para guiar a los electrones en su órbita en torno al núcleo de los átomos. Cuando los electrones cambian de órbita, pueden liberar parte de su energía en forma de luz visible. Si la fuerza fuese ligeramente mayor, las estrellas como el Sol serían estrellas rojas y estarían demasiado frías para darnos el calor que necesitamos. Pero si fuese ligeramente mayor, las estrellas serían estrellas azules muy calientes y de vida sumamente breve,<sup>43</sup> y tendríamos muchísimo calor, pero solo durante un tiempo muy corto.

**La gravedad.** A diferencia de las otras tres fuerzas que hemos mencionado, la gravedad es sumamente débil. La interacción nuclear fuerte, y ello deja estupefacto a todo el mundo, es  $10^{39}$  veces mayor que la gravedad. Sin embargo, a diferencia de la interacción nuclear fuerte, cuyo alcance se limita al interior del núcleo de los átomos, la gravedad llega sumamente lejos, pues ejerce su fuerza

40. J. Leslie, *Universes* [Universos] (Londres: Routledge, 1989), p. 35.

41. *Ibid.*, p. 36.

42. Overman, *op. cit.*, pp. 140, 141. [Véase la nota 25.]

43. Leslie, *op. cit.*, p. 4. [Véase la nota 40.]



de atracción incluso entre galaxias. La gravedad mantiene las galaxias agrupadas, guía las estrellas en sus órbitas y mantiene unida la materia de las estrellas. Es una fuerza sumamente importante que tiene que estar calibrada a un valor muy preciso para darnos un universo equilibrado.

Los físicos han intentado establecer una relación entre las cuatro fuerzas básicas recién mencionadas por medio de lo que denominan una teoría global del campo unificado, pero, de momento, no encuentran una asociación causal entre la gravedad y las otras fuerzas. En estas cuatro fuerzas descubrimos que cada una parece tener la intensidad adecuada para la función específica que realiza y para su relación con la operatoria de las otras fuerzas.

Uno de los delicados equilibrios que la ciencia ha observado es la relación precisa que existe entre la gravedad y el electromagnetismo. El físico Paul Davies comenta: «Los cálculos demuestran que los cambios en la intensidad de cualquiera de las dos fuerzas de solo una parte entre  $10^{40}$  significaría una catástrofe para estrellas como el Sol». <sup>44</sup> En tales condiciones, no tendríamos ahí a nuestro benéfico sol para calentarnos. Una parte entre  $10^{40}$  es un valor tan diminuto que resulta difícil imaginarlo. Podría servirnos un ejemplo hipotético. Supongamos que tuviéramos un conglomerado esférico de cerillas de madera mucho mayor que todo el volumen de la Tierra. El conglomerado no es solo un millón de veces el volumen de la Tierra: es más de un billón de veces el volumen de nuestro planeta. Un montón así cabría por los pelos entre la Tierra y el Sol. Ahora bien, solo una de las cerillas de todo el montón tiene cabeza; las demás son meros palitos, sin cabeza. Puesto que tenemos mucho frío, necesitamos una cerilla con cabeza para prender una fogata. La probabilidad de encontrar al azar, a la primera y sin mirar, la cerilla con cabeza dentro del montón, es mayor que 1 entre  $10^{40}$ . Por ello, hay mayor probabilidad de que encontrásemos la cerilla buena que de que la gravedad tenga el valor debido.

---

44. Paul C. W. Davies, *Superforce: The search for a grand unified theory of nature* [Superfuerza: La búsqueda de una teoría unificada global de la naturaleza] (Nueva York: Simon and Schuster, 1984), p. 242.

¿Cuán fiables son tales cifras? Los físicos a veces hablan de probabilidades aún menores para otras relaciones que se dan en el universo, y se barajan cifras de una probabilidad entre  $10^{50}$ ,  $10^{60}$  o  $10^{100}$ . Hace unos años cifras de ese calibre contribuyeron a fundamentar el concepto de que el universo tiene un ajuste realmente bueno; de hecho, la ciencia acepta generalmente tales cifras. Pero también hay que tener presente que estas deducciones se basan en datos e interpretaciones sumamente complicados, y que las conclusiones a veces son objeto de disputa. Cambios incluso pequeños en estas fuerzas o en factores afines podrían alterar profundamente las deducciones. Por otro lado, estamos considerando tantas relaciones sumamente precisas que resulta difícil no concluir que el universo tiene, en efecto, un ajuste significativo. ¿Cómo podrían las cuatro fuerzas ya presentadas elegir precisamente sus valores acertados dentro del increíble intervalo de  $10^{39}$  veces que tienen desde la más débil hasta la más fuerte, y tener después las esferas de actuación adecuada en las que operan, todo simplemente al azar, para producir un universo que parece tan idóneo para sostener la vida? El afamado físico teórico Freeman Dyson comenta que «cuando estudiamos el universo e identificamos los muchos accidentes de la física y la astronomía que han cooperado para nuestro beneficio, casi parece como si el universo hubiese sabido de alguna forma que después veníamos nosotros». <sup>45</sup> El universo parece estar configurado precisamente para albergar la vida.

***La masa de las partículas subatómicas.*** Hemos mencionado antes que, en un átomo, un protón tiene una masa que es 1.836 veces la de un electrón y que un neutrón pesa ligeramente más que un protón. La precisión de esa ligera diferencia es crucial. Stephen Hawking señala que si esa diferencia «no fuera aproximadamente el doble de la masa del electrón, no tendría los aproximadamente doscientos nucleidos estables [elementos y sus isótopos] que componen los elementos y que son la base de la química y la biología». <sup>46</sup> En otras

45. Según se cita en J. D. Barrow y F. J. Tipler, *The anthropic cosmological principle* [El principio cosmológico antrópico] (Oxford: Oxford University Press, 1986), p. 318.

46. Stephen W. Hawking, "Is the end in sight for theoretical physics?" [¿Está a la vista el fin de la física teórica?], *Physics Bulletin* 32 (1980): 15-17.

palabras, con que solo hubiera un ligerísimo cambio en la masa de un protón o de un neutrón, no habría elementos químicos, ni cambios químicos, ni profesionales de la química, ni nada grande, como planetas, soles o galaxias. La masa de un protón no puede variar ni siquiera en una parte entre mil.<sup>47</sup>

***El espacio tridimensional.*** Hay muchas cosas que asumimos sin más. Entre ellas figura el número de dimensiones que tiene el espacio. ¿Por qué solo tres? Podemos pensar que la ausencia de dimensiones estaría representada por un punto. Una dimensión nos da una línea; dos, una superficie; y tres, objetos sólidos. También hablamos del tiempo como una cuarta dimensión, pero no se trata de una dimensión del espacio. La teoría de cuerdas postula hasta once dimensiones, pero riza muchas de ellas relegándolas a la invisibilidad o la irrelevancia. Sin embargo, la teoría de cuerdas no es del todo coherente, y esencialmente carece de autenticación experimental directa.<sup>48</sup>

Insistimos: ¿Por qué tiene el espacio solo tres dimensiones? En la configuración final del universo, ¿por qué no acabamos teniendo dos o cuatro, o muchas más? Un universo de dos dimensiones sería sumamente extraño. Un gato bidimensional se descompondría (Figura 2.3); y una gallina de dos dimensiones no sería tampoco capaz de recomponerse, y menos de poner huevos bidimensionales para tortillas de dos dimensiones que serían extraplanas. En dos dimensiones no podría existir vida inteligente con ningún grado de complejidad; esta necesita un universo tridimensional. Y resulta que un espacio de cuatro dimensiones (no incluido el tiempo) sería también desastroso. La atracción de la gravedad mantiene nuestra Tierra en su órbita alrededor del Sol en vez de salir disparada al espacio, que es lo que cabría esperar sin ella. En un universo de cuatro dimensiones, un «planeta en órbita que disminuyese de velocidad —aun ligeramente— se precipitaría cada vez más aprisa hacia el Sol, en vez de simplemente cambiar a una órbita ligeramente menor

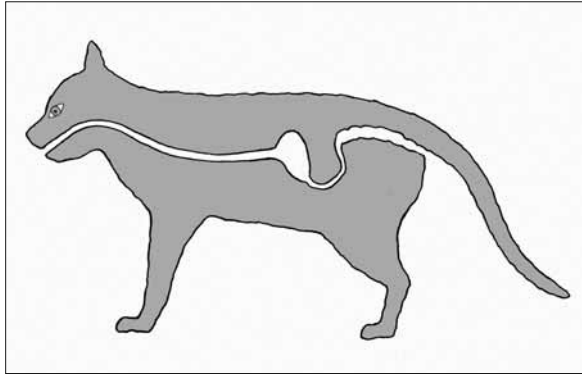
47. Barrow y Tipler, *op. cit.*, p. 400 [véase la nota 45]; Leslie, *op. cit.*, p. 5 [véase la nota 40]; Ross, *The Creator and the cosmos*, p. 114 [véase la nota 8].

48. P. Woit, “Is string theory even wrong?” [¿Llega al menos a equivocarse la teoría de cuerdas?], *American Scientist* 90/2 (2002): 110-112.

[...]. En cambio, un planeta en órbita que acelerase ligeramente seguiría rápidamente una órbita espiral que lo lanzaría a la oscuridad exterior». <sup>49</sup> Los estudiosos han observado esta relación desde hace tiempo. El famoso teólogo William Paley hizo referencia hace dos siglos a esta prueba especial de diseño por parte de Dios. Un universo de cuatro dimensiones tendría el mismo problema aun en el ámbito atómico, porque no habría órbitas estables para los electrones alrededor del núcleo, y, por ende, «no podría haber átomos como los conocemos». <sup>50</sup>

*¿De dónde surgieron las leyes de la naturaleza?* La mayoría de los científicos tiene profundo respeto por las leyes de la naturaleza. Tales leyes hacen que la ciencia resulte posible, inteligible, lógica y sumamente fascinante. Por ejemplo, la gravedad y las fuerzas electromagnéticas

siguen lo que denominamos la ley de los cuadrados inversos. Disminuyen de intensidad en proporción al cuadrado de la distancia desde el origen. Si se dobla la distancia, la intensidad será solo la cuarta parte de la que tenía inicialmente, lo que explica por qué



**Figura 2.3** Gato de dos dimensiones. Obsérvese que el tracto digestivo separa por completo la porción superior de la inferior y que el pobre animal es incapaz de recomponerse.

la luz de una vela se atenúa tan rápidamente cuando nos alejamos de ella. Hay muchas otras leyes que muestran relaciones matemáticas igual de complicadas. ¿Cómo pudo surgir tal precisión? ¿De dónde surgieron las leyes de la naturaleza, que representan a menudo valores específicos y complicadas relaciones mutuas?

49. Rees, *op. cit.*, p. 135. [Véase la nota 2.]

50. Hawking, *Historia del tiempo*, p. 213. [Véase la nota 5.]

En un contexto naturalista, en el que no hay Dios, es preciso postular una cantidad tremenda de casualidades fortuitas y precisas.

Alguien podría sugerir que las leyes simplemente surgieron de la necesidad de la existencia, pero tal cosa es especulación a gran escala. ¿Por qué no tener por universo simplemente pegotes caóticos de mugre amorfa degenerada? Eso es lo que cabría esperar de una actividad aleatoria, pero no es lo que encontramos. En vez de ello, descubrimos *quarks* y todo tipo de partículas subatómicas que se relacionan entre sí formando más de cien tipos sumamente organizados de elementos que pueden combinarse entre ellos de maneras vitales. Tales relaciones mutuas desprenden en ocasiones energía, como ocurre en el caso del Sol, o dan como resultado los tipos de cambios químicos requeridos para la vida, como ocurre en la producción de hormonas. Estos intrincados átomos forman cosas menores que las moléculas de agua, y otras tan grandes como soles, galaxias y todo el universo en sí. La organización de la materia es sumamente intrincada, coordinada y tremendamente polifacética.

¿Cómo podría surgir de la nada un universo organizado y resultar que, sin más, cuente con las leyes necesarias para su existencia? Todo ello parece contrario a la tendencia hacia la desorganización que vemos normalmente en la naturaleza. Las cosas activas tienden a desordenarse, no a organizarse más. Cuando la lluvia salpica el polvo, o cuando un tornado arranca viviendas y las hace girar en el aire, las cosas se desorganizan más y más. No se organizan más, como tampoco una explosión en una imprenta produce un diccionario. Tales ejemplos ilustran algunas de las consecuencias de la segunda ley de la termodinámica y nos recuerdan que, en la naturaleza, los cambios tienden a la desorganización, al desorden de las cosas, y cuanto más tiempo tengan, más caóticas se vuelven las cosas. Los científicos llaman a tal desorganización entropía. Cuanto más se lían las cosas, mayor es la entropía; o, a la inversa, cuanto más organizadas están, menor entropía hay. Observo a menudo un aumento de la entropía en mi mesa de trabajo cuando empiezan a acumularse y revolverse libros, artículos, el correo que trae el cartero, el correo

electrónico que imprimo, los discos compactos y los faxes. Según la segunda ley de la termodinámica, el universo se encamina a la máxima desorganización, o entropía, y ello indica que tuvo que haber estado más organizado en el origen de lo que lo está en la actualidad. Se crea que el universo empezó con el *Big Bang* o mediante cualquier otro modelo, la segunda ley de la termodinámica *implica que el universo tiene tanto un comienzo como un organizador*. Si hubiese existido “desde siempre”, sería de esperar que a estas alturas estuviese sumamente desorganizado, pero sigue estando organizado en grado sumo, lo que sugiere un origen más bien reciente.

La ciencia ha calculado la probabilidad de que la organización del universo pudiese ocurrir por puro azar, y resulta que es muchísimo menor que cualquier interpretación de las posibilidades plausibles. En el contexto de las probabilidades, Roger Penrose, físico y matemático de la Universidad de Oxford, señala: «¿Qué tamaño tenía el volumen [...] del espacio de fases original al que tuvo que apuntar el Creador para proporcionar un universo compatible con la segunda ley de la termodinámica y con el que ahora observamos? [...] Una precisión de una parte en  $10^{10^{123}}$ ». <sup>51</sup> Se trata de una probabilidad increíblemente pequeña. Tales cifras implican que, sin un Creador, el tipo de universo que tenemos representa una probabilidad entre el número 1 seguido de  $10^{123}$  ceros. <sup>52</sup> Si se nos ocurriese intentar escribir ese número *in extenso* poniendo un cero en cada átomo del universo conocido, se nos acabarían los átomos mucho antes que los ceros. El universo solo tiene aproximadamente  $10^{78}$  átomos. Improbabilidades semejantes llevarían a cualquiera a buscar alternativas distintas al mero azar para el origen del universo. Muchos científicos reconocen estas improbabilidades, pero no han presentado alternativas realistas que encajen en los confines de las interpretaciones materialistas que excluyen la existencia de Dios.

51. Roger Penrose, *La nueva mente del emperador* (Madrid: Mondadori, 1991), p. 430. Véanse también W. A. Dembski, *Intelligent design*, pp. 265, 266; Leslie, *op. cit.*, p. 28 [véase la nota 40]; Overman, *op. cit.*, pp. 138-140 [véase la nota 25].

52. Tales cifras se basan en suposiciones que pueden ser objeto de debate. Por ejemplo, Penrose da por sentado el *Big Bang* y que el universo es un sistema termodinámicamente cerrado. Las cifras sirven, en todo caso, para ilustrar lo enormemente organizado que está el universo.

## Respuestas a las pruebas de un ajuste preciso

Pocos niegan la naturaleza inusual de los datos que indican que nos encontramos ante un universo con ajuste preciso, aunque algunos le quitan importancia. La lista de características inusuales engloba muchas más que las que hemos citado. El cosmólogo Hugh Ross enumera unos 74 ejemplos, al igual que varios parámetros adicionales necesarios para la existencia de la vida.<sup>53</sup> Es posible que lector desee consultar con más detalle la bibliografía que aborda este asunto, bibliografía que se ha multiplicado espectacularmente a lo largo de las últimas dos décadas.<sup>54</sup> ¿Significa el perfecto ajuste que hay un Dios que es el Creador inteligente del universo? No necesariamente, según algunas autoridades de la especialidad, pero es palmario que su argumentación dista de impresionar. Las respuestas a los datos han sido variadas, fascinantes e instructivas. Abordaremos las principales en tres subsecciones.

***El principio cosmológico antrópico.*** Uno puede pasarse muchas horas leyendo la bibliografía científica intentando captar lo que es el principio antrópico (principio cosmológico antrópico), pero no debe esperar respuestas definitivas. El filósofo John Leslie lo expresa

53. Hugh Ross, "Big bang model refined by fire" [El modelo del *Big Bang* refinado por el fuego], en W. A. Dembski, ed., *Mere creation: Science, faith and intelligent design* [Mera creación: Ciencia, fe y diseño inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1998), pp. 363-384.

54. Un muestreo de referencias significativas incluye: Barrow y Tipler, *op. cit.* [véase la nota 45]; B. J. Carr y M. J. Rees, "The anthropic principle and the structure of the physical world" [El principio antrópico y la estructura del mundo físico], *Nature* 278 (1979): 605-612; B. Carter, "Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology" [Las coincidencias de los números grandes y el principio antrópico] (1974), reimpreso en J. Leslie, ed., *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1998), pp. 131-139; Paul C. W. Davies, *La mente de Dios: La base científica para un mundo racional* (Madrid: McGraw-Hill, 2006); Paul C. W. Davies, *The accidental universe* [El universo accidental] (Cambridge: Cambridge University Press, 1982); G. Gonzales y J. W. Richards, *The privileged planet: How our place in the cosmos is designed for discovery* [El planeta privilegiado: Cómo nuestro lugar en el cosmos está diseñado para el descubrimiento] (Washington, D.C.: Regnery Pub., Inc., 2004); G. Greenstein, *The symbiotic universe: Life and mind in the cosmos* [El universo simbiótico: Vida y mente en el cosmos] (Nueva York: William Morrow and Co., Inc., 1988); Gribbin y Rees, *op. cit.* [véase la nota 35]; Leslie, *Universes* [véase la nota 40]; Overman, *op. cit.* [véase la nota 25]; Rees, *op. cit.* [véase la nota 2]; Ross, *The Creator and the cosmos* [véase la nota 8]; P. D. Ward y D. Brownlee, *Rare earth: Why complex life is uncommon in the universe* [La extraña Tierra: Por qué la vida compleja es infrecuente en el universo] (Nueva York: Copernicus, 2000); Wilkinson, *op. cit.* [véase la nota 4].

así a grandes rasgos: «Cualquier ser vivo inteligente que exista puede encontrarse únicamente donde sea posible la vida inteligente».<sup>55</sup> Obviamente, se trata de una tautología, y no responde en absoluto la pregunta de cómo llegó el universo a estar ajustado con tanta precisión. Dos especialistas en el tema, John Barrow y Frank Tipler, sugieren, refiriéndose al principio antrópico, que «a los astrónomos parece gustarles dejar un poco de flexibilidad en su formulación, quizá con la esperanza de que su significación pueda con ello revelarse con mayor facilidad en el futuro».<sup>56</sup> El concepto es nebuloso, pues diferentes autores lo interpretan de formas diversas, y el arquitecto más destacado del concepto, Brandon Carter,<sup>57</sup> no se siente muy dichoso de haber usado la palabra ‘antrópico’ —que designa a los seres humanos— en su designación.<sup>58</sup> El principio antrópico es confundido a veces con los “equilibrios antrópicos” y las “coincidencias antrópicas”, que se refieren especialmente a los datos de un universo con una puesta a punto precisa.

Tal como se entiende normalmente, el principio antrópico tiene al menos cuatro formas: la débil, la fuerte, la participativa y la final. Aunque las cuatro formas son difíciles de definir, la débil se centra, a grandes rasgos, en el hecho de que los observadores tienen que estar en condiciones compatibles con la vida. La forma fuerte recalca que el universo tiene que tener las condiciones adecuadas para que se desarrolle la vida en algún momento. La participativa toma algunas ideas de la teoría cuántica y presenta la peculiar propuesta de que la participación del observador es una fuerza motriz en el cosmos. El principio antrópico final mira al futuro y propone que el tratamiento de la información avanzará en el universo hasta el extremo en que incluso nuestra consciencia se preserve, alcanzando así una especie de inmortalidad.

Los científicos emplean a veces el principio antrópico para recalcar nuestra especial posición de privilegio en el universo. Un universo sin vida no se deja observar; de aquí que nuestra situación

55. Leslie, *Universes*, p. 128. [Véase la nota 40.]

56. Barrow y Tipler, *op. cit.*, p. 15. [Véase la nota 45.]

57. Carter, *op. cit.*, pp. 131-139. [Véase la nota 54.]

58. Leslie, *Modern cosmology and philosophy*, pp. 1-34. [Véase la nota 54.]



sea inusual, y miramos las cosas desde una perspectiva de observador seleccionada, aunque limitada. Hasta ahí el principio puede tener cierta validez, pero nuestro inusual privilegio de observadores también puede significar un diseño especial por parte de Dios, lo cual no es, en absoluto, la interpretación habitual del principio. En ocasiones, algunos responden a la pregunta del ajuste preciso del universo señalando que, si no fuese así, sencillamente no estaríamos aquí.<sup>59</sup> Aquí tenemos una incongruencia, pues la respuesta no se aplica a la pregunta. Es similar a estar en un desierto y preguntar de dónde viene el agua de un oasis y recibir como respuesta que si no estuviese presente, los árboles no crecerían en él.

Aunque la bibliografía que presenta el principio cosmológico antrópico es abundante,<sup>60</sup> se entiende que es un concepto controvertido. Hay científicos y filósofos que han otorgado al principio, o a sus varios aspectos, comentarios despectivos como los siguientes: «desprovisto de cualquier significación física»,<sup>61</sup> «se ha puesto la argumentación patas arriba»,<sup>62</sup> «no ofrece ningún tipo de explicaciones»<sup>63</sup> o «los principios antrópicos solo sirven para confundir».<sup>64</sup> Está claro que el principio antrópico no es ciencia objetiva.

***La explicación de los múltiples universos.*** ¿Podría haber otros universos de los que no sepamos nada? ¿Podría haber numerosos tipos distintos de universo? Empleando la fuerza irresistible de los números, podríamos sugerir que hay innumerables universos y que simplemente da la casualidad que el nuestro tiene, por puro azar,

59. Por ejemplo, F. Heeren, *Show me God: What the message from space is telling us about God* [Muéstrame a Dios: Lo que nos dice de Dios el mensaje del espacio], ed. rev. (Wheeling, Illinois: Day Star Publications, 2000), p. 234.

60. Véanse las referencias de la nota 54 y también la larga lista de las páginas 23-26 en Barrow y Tipler, *op. cit.* [Véase la nota 45.]

61. J. Silk, *A short history of the universe* [Historia concisa del universo] (Nueva York: Scientific American Library, 1994, 1997), p. 9.

62. Owen Gingerich, "Dare a scientist believe in design?" [¿Osa un científico a creer en el diseño?], en J. Templeton, ed., *Evidence of purpose* [Evidencia de propósito] (Nueva York: Continuum, 1994), pp. 21-32.

63. J. Boslough, *Stephen Hawking's universe* [El universo de Stephen Hawking] (Nueva York: William Morrow and Co., 1985), p. 124.

64. R. Swinburne, "Argument from the fine-tuning of the universe" [El argumento derivado del ajuste preciso del universo], artículo de 1989 incluido en Leslie, *Modern cosmology and philosophy*, pp. 160-179. [Véase la nota 54.]

las debidas características para albergar vida. Esta idea ha recibido seria consideración como explicación del ajuste preciso del universo en que nos encontramos. Sucede que, sencillamente, estamos en el universo adecuado de entre muchos. Sin embargo, tal sugerencia carece de apoyo. Dado que se puede explicar casi cualquier cosa que se desee con este tipo de argumento, es esencialmente inútil. Independientemente de lo que encontremos, simplemente decimos que se dio la casualidad de que así fuera en uno de los muchísimos universos que hay. El auténtico problema está en dónde se encuentran todos esos universos. ¿Dónde hallamos alguna prueba científica de que existan? No parece que haya ninguna por ninguna parte.

A veces, algunos cosmólogos de primera fila de la talla de Martin Rees o Stephen Hawking respaldan con cautela la idea de los universos múltiples. Hay quienes asocian esta idea con interpretaciones del principio antrópico fuerte, mientras que otros discrepan por completo. No es un área en la que se encuentre consenso alguno. La idea de los universos múltiples ha sido un fructífero semillero de reflexiones sobre nuestra existencia, sobre la vida y sobre el cosmos. No es difícil adentrarse en mundos imaginarios de ese estilo, especialmente cuando se puede mezclar con ellos un atisbo de realidad para hacer que parezcan más plausibles.<sup>65</sup> El humorista Mark Twain comenta que «hay algo fascinante en la ciencia. ¡Se obtienen unos dividendos en conjeturas tan al por mayor a partir de una inversión tan insignificante en hechos!»<sup>66</sup> Puede que no estuviera del todo descaminado. Hay un elemento de cautela al que a veces habría que prestar atención en el aforismo de que «los cosmólogos están a menudo en el error, pero rara vez se les plantean dudas».

Hay quienes han especulado sobre otros universos o incluso sobre lugares en nuestro propio universo que podrían contener formas de vida no basadas, como sucede en la vida terrestre, en el carbono, sino en el hidrógeno sólido o en el azufre líquido.

---

65. En cuanto a las complicaciones que surgen cuando se excluye a un diseñador, véase Strobel, *op. cit.*, pp. 138-152. [Véase la nota 30.]

66. Citado en J. Fripp, M. Fripp y D. Fripp, *Speaking of science: Notable quotes on science, engineering, and the environment* [Hablando de ciencia: Citas notables sobre ciencia, ingeniería y el medio ambiente] (Eagle Rock, Virginia: LLH Technology Pub., 2000), p. 56.

Entre los elementos, el silicio y el boro son candidatos favoritos para los organismos no constituidos por carbono. Otros han sugerido que la vida podría no basarse en átomos, sino en la interacción nuclear fuerte o en la gravedad. Una vida así podría haber creado civilización en las estrellas de neutrones. Es posible que ahí fuera haya universos cuya naturaleza escape por completo a nuestra percepción, o nuestro sistema solar puede ser el equivalente de un átomo de una esfera mucho más grandiosa de la realidad. El filósofo John Leslie comenta: «Estas son especulaciones de tal entidad que hacen que la hipótesis de Dios parezca verdaderamente anodina».<sup>67</sup>

Se puede argumentar que siempre existe la posibilidad de que ahí fuera haya todo tipo de universos alternativos que ofrezcan toda suerte de entelequias ingeniosas, pero ello no es ciencia: es solo imaginación. Refiriéndose al concepto de una cantidad infinita de universos, Hugh Ross comenta con mucho acierto: «Esta sugerencia es un abuso flagrante de la teoría de la probabilidad. Se arroga en beneficio propio una muestra de tamaño infinito sin evidencia alguna de que el tamaño de la muestra supere la unidad».<sup>68</sup> La única muestra de la que tenemos noticia es nuestro propio universo, y no parece que haya más. Hay que postular un número enorme de universos para intentar reducir las muchas improbabilidades señaladas para el ajuste perfecto del universo en que vivimos. Semejante sugerencia ignora deliberadamente el principio científico denominado navaja de Ockham (llamado también criterio de la máxima parsimonia). El principio estipula que las explicaciones deben ser pocas en número, y tan sencillas como sea posible. Postular muchos universos es especulación desbocada, no razonamiento meticoloso basado en hechos conocidos.

***El ajuste perfecto del universo indica diseño.*** Es posible que no todas las pruebas de ajuste preciso del universo sean correctas, y cabe esperar que algunas de nuestras interpretaciones científicas respecto a ellas cambien con el tiempo. Sin embargo, la gran cantidad de ejemplos y la increíble precisión de muchos de ellos hacen

---

67. Leslie, *Universes*, p. 53. [Véase la nota 40.]

68. Ross, *The Creator and the cosmos*, p. 99. [Véase la nota 8.]

sumamente difícil pensar que todo ello no es más que un caso de buena suerte reiterada. Además, lo habitual es que esos valores estén íntimamente relacionados entre sí. Leslie comenta acertadamente: «Con un solo cambio insignificante, el cosmos se hunde en una milésima de segundo, o salta hecho pedazos tan deprisa que pronto no queda sino gas demasiado diluido como para estar sujeto gravitatoriamente». <sup>69</sup> También es preciso que tengamos presente, tal como ilustramos anteriormente con los ejemplos de los dados, que la expresión matemática correcta cuando se combinan varias improbabilidades se obtiene multiplicando esos valores. Ello hace que la improbabilidad total de un universo con un ajuste preciso sea mucho mayor que cualquiera de las improbabilidades aisladas por sí misma.

¿Podría ocurrir todo esto por casualidad? ¿Para cuántos de estos valores tan precisos podemos encontrar remedos de explicación sin empezar a sentirnos incómodos por nuestra falta de objetividad? Por ejemplo, podríamos fantasear que todas las partículas del universo sencillamente aparecieron por accidente hace diez segundos, y que, por pura casualidad, ello produjo la configuración que observamos en la naturaleza. Sin embargo, la racionalidad y el anhelo por encontrar realmente lo que es verdad demandarían que buscásemos alternativas más racionales. La realidad que vemos en nuestro entorno no es caprichosa. La evidencia que tenemos está abrumadoramente a favor de algún tipo de diseño en nuestro universo ajustado con tanta precisión.

Varios astrónomos de primera fila, como Robert Jastrow, fundador del Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, y Owen Gingerich, del Observatorio Astrofísico Smithsoniano de Harvard, están a favor de la interpretación del diseño. El astrónomo George Greenstein, del Amherst College, comenta: «Cuando estudiamos todas las pruebas, surge con insistencia el pensamiento de que ha de estar implicada alguna agencia —o, más bien, Agencia—sobrenatural. ¿Es posible que, de repente, sin pretenderlo, hayamos tropezado con la prueba científica de la existencia

69. Leslie, *Universes*, p. 53. [Véase la nota 40.]

de un Ser supremo? ¿Fue Dios quien intervino y modeló el cosmos tan providencialmente en beneficio nuestro?»<sup>70</sup> Parte del ímpetu de tales conclusiones se deriva de la creencia en que un Creador benefactor se ha revelado en las Escrituras sagradas que denominamos la Biblia. Esto suscita el espectro de la religión, y algunos científicos se sienten incómodos ante la mezcla de ciencia y religión, por muy abrumadora que sean las pruebas a favor de un Creador. Sin embargo, si esperamos encontrar la verdad, puede que sea preciso que eliminemos nuestros prejuicios, que abordemos los datos con amplitud de miras y que sigamos los datos de la naturaleza al lugar adonde nos lleven, sea el que sea.

## Resumen

Aunque el universo es enorme, encontramos también que está compuesto en su totalidad de partículas subatómicas diminutas. Todas esas partes están relacionadas entre sí mediante leyes físicas y varios factores más que posibilitan la existencia de un universo capaz de sostener la vida. La precisión que vemos indica manifiestamente que tras el universo hay un diseñador (Tabla 2.1). Algunos científicos aceptan la conclusión; otros no.

Varios de los últimos intentan a menudo atribuir la existencia de esos factores precisos a un vago principio antrópico de naturaleza incongruente, y otros a una multiplicidad de universos imaginarios. Sin embargo, ¿a cuántas coincidencias de ajuste preciso puede enfrentarse uno antes de tener que reconocer que, en efecto, necesitan una explicación? Si se quiere evitar la conclusión de que hay un diseñador, se puede recurrir a las alternativas dadas anteriormente. No obstante, en esencia son distracciones que evitan afrontar los datos científicos auténticamente aplastantes que indican que alguna inteligencia tiene que haber puesto a punto con minuciosidad la materia y las fuerzas del universo para que fuese adecuado para la vida. Obviamente, cualquier Diseñador tal superaría al universo que creó.

---

70. Greenstein, *The symbiotic universe*, p. 27. [Véase la nota 54.]

# 3

## ¿Cómo empezó la vida?

*El origen de la vida me parece tan incomprensible como siempre, objeto de asombro, no de explicación.<sup>1</sup>*

Franklin M. Harold, bioquímico

### Los microbios

La mujer estaba a punto de dar a luz a su bebé, y gritaba. El hospital la había asignado al pabellón número 1 de obstetricia, y ese era precisamente el lugar en el que no quería estar. Rogó que se le permitiera ir al pabellón número 2. Explicó al Dr. Ignaz Semmelweis que era más probable que las madres murieran en el pabellón número 1 que en el número 2. El comentario preocupó muchísimo a Semmelweis, que era un joven médico de los que hacían turnos de guardia en el pabellón número 1. ¿Tenía razón la mujer? El médico decidió investigar. Cuando lo hizo, descubrió que la estadística era aterradora. Fijándose en los historiales del hospital, descubrió que en seis años casi dos mil mujeres habían muerto en el pabellón número 1, y que en el número 2 habían fallecido menos

---

1. F. M. Harold, *The way of the cell: Molecules, organisms and the order of life* [El camino de la célula: Moléculas, organismos y el orden de la vida] (Oxford: Oxford University Press, 2001), p. 251.

de setecientas.<sup>2</sup> Este incidente ocurrió en el Hospital General de Viena, en Austria, hace siglo y medio, cuando las epidemias de la temida fiebre puerperal hacían estragos. Muy a menudo, unos cuatro días después de dar a luz, la parturienta entraba en un estado febril y casi siempre moría en menos de una semana. La ciencia médica de la época creía que la enfermedad era consecuencia de algún tipo de vapor nocivo que había en el aire, o de problemas relacionados con la leche de la madre. A veces los médicos empleaban el aire libre como medida de control. Nada de esto explicaba por qué el índice de mortalidad en el pabellón número 1 era casi el triple que en el número 2.

El pabellón número 1 estaba en manos de médicos que, como parte de su formación e investigación, estudiaban cadáveres. Las comadronas, que no participaban de dicha investigación, trabajaban en el pabellón número 2. ¿Podría esto tener algo que ver con las tremendas diferencias en el índice de mortalidad? Se produjo un avance en la investigación cuando uno de los colegas de Semmelweis se cortó mientras realizaba una autopsia. Al cuarto día le subió la fiebre y murió poco después. Un estudio de su autopsia detectó el mismo tipo de afecciones que los que se habían identificado en las mujeres que habían sucumbido a la fiebre puerperal. Tenían ante sí a un hombre que había fallecido de fiebre puerperal, ¡pero se suponía que era una enfermedad de mujeres! ¿Podría ser que, al cortarse, el colega hubiese entrado demasiado en contacto con el cuerpo de alguien que había fallecido de la temida enfermedad? Semmelweis introdujo procedimientos estrictos, que incluían el uso de cloro para limpiarse las manos con el fin de prevenir la transferencia de lo que llamó “veneno cadavérico” desde los cuerpos de los fallecidos hasta los pacientes del pabellón número 1. Los resultados fueron

---

2. Esta presentación de Semmelweis se basa principalmente en L. Clendening, *The romance of medicine: Behind the doctor* [Grandes momentos de la medicina: Tras el médico] (Garden City, Nueva York: Garden City Pub. Co., Inc., 1933), pp. 324-333; A. S. Harding, *Milestones in health and medicine* [Hitos de la salud y la medicina] (Phoenix, Arizona: Oryx Press, 2000), pp. 24, 25; L. N. Manger, *A history of medicine* [Historia de la medicina] (Nueva York: Marcel Dekker, Inc., 1992), pp. 257-267; R. Porter, “Hospitals and surgery” [Hospitales y cirugía], en: R. Porter, ed., *The Cambridge illustrated history of medicine* [Historia ilustrada de la medicina] (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), pp. 202-245.

espectaculares: el índice de mortalidad cayó en picado del 12 a aproximadamente el 1%. Lo que había causado tantas muertes era que los médicos realizaban autopsias en las fallecidas por fiebre puerperal y luego, sin lavarse las manos, asistían a las madres en el parto, transmitiendo así la fatal enfermedad.

Podríamos pensar que la opinión pública habría aclamado el éxito Semmelweis como un gran avance, pero, desgraciadamente, a menudo la humanidad no es consecuente a la hora de extraer consecuencias. Aunque hubo quien aceptó las conclusiones de Semmelweis, el estamento médico no lo hizo. Los celos estaban al acecho en el hospital, y admitir que los médicos podrían haber provocado tantas muertes era algo que costaba mucho afrontar. Aparte de ello, los hospitales que no realizaban autopsias seguían teniendo índices de mortalidad de hasta el 26%. Hubo muchos que ridiculizaron la idea de lavarse las manos con cloro. El superior que Semmelweis tenía en Viena no le renovó el contrato. Sus muchas solicitudes de empleo solo llevaron a que le ofrecieran un puesto inferior al que había tenido. Desanimado y abatido, Semmelweis abandonó discretamente Viena y volvió a su Hungría natal sin tan siquiera ponerse en contacto con sus amigos.

En 1861 Semmelweis publicó los resultados de su estudio sobre cómo prevenir la fiebre puerperal. Cuando lo envió a muchos médicos de Europa, no fue bien acogido. La comunidad profesional pensaba que su idea había quedado desacreditada. Cada vez más preocupado por la cantidad de madres jóvenes que morían, difundió opúsculos acusatorios en los que denunciaba a los responsables de la transmisión de la enfermedad. Al aumentar la depresión de Semmelweis, su esposa se resignó por fin a que lo internaran en un manicomio, donde el médico falleció dos semanas después, uniéndose a miles de madres que fueron también mártires por causa de las mentes cerradas y el prejuicio. La resistencia a la verdad puede ser formidable. Afortunadamente, algunos años después la ciencia médica reconoció que Semmelweis tenía razón, y ahora se respeta su memoria por haber sido un pionero en la victoria sobre la mortal fiebre puerperal.



Lo que no sabían ni Semmelweis ni sus contemporáneos era que un minúsculo ser vivo, un microbio, relacionado con los que causan la faringitis estreptocócica y la escarlatina, causa la fiebre puerperal. Algunos científicos habían empezado a descubrir el mundo de los organismos diminutos, pero nadie había establecido aún una relación sólida entre los microbios y las enfermedades contagiosas. Ahora, gracias a los espectaculares progresos de la ciencia, sabemos qué microbio (germen) causa qué enfermedad, y, con frecuencia, los investigadores pueden escribir muchos libros sobre un único microbio.

Los microbios son sumamente complicados. Uno de los ejemplos más estudiados es *Escherichia coli*, que se halla en el tracto digestivo de los seres humanos y los animales, así como también en el suelo. Aunque normalmente es un microbio inofensivo, algunas variedades son gérmenes temibles. Es un organismo diminuto en forma de vara, tan pequeño que harían falta quinientos, puestos uno a continuación del otro, para hacer un milímetro. Aunque es microscópico, hemos descubierto que es sumamente complicado. Por fuera, cada microbio tiene de cuatro a diez filamentos alargados en espiral (flagelos) que sobresalen del cuerpo y que dan vueltas para propulsar el organismo. Los investigadores han estudiado exhaustivamente el motor que hay en la base de los flagelos,<sup>3</sup> y constituye un buen ejemplo de la idea de “complejidad irreducible” que consideraremos más tarde. En su interior, aproximadamente las dos terceras partes del microbio consisten en unos cuarenta mil millones de moléculas de agua. Dejando a un lado estas moléculas simples de agua, la composición de las moléculas orgánicas es de una complejidad asombrosa. Con el término ‘complejidad’ nos referimos a elementos que, para funcionar debidamente, son mutuamente dependientes,<sup>4</sup> no simplemente a muchas partes no relacionadas entre sí.

El ADN (ácido desoxirribonucleico) de una célula es el centro de información que dirige las actividades de la célula, pues contiene la fórmula genética que en el caso de *Escherichia coli* codifica más

---

3. Michael J. Behe, *La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica a la evolución* (Santiago de Chile: Andrés Bello, 1999), pp. 84-91.

4. Véase el capítulo 4 para una presentación más detallada del concepto de complejidad.

**TABLA 3.1****COMPOSICIÓN ESTIMADA DE UNA SOLA CÉLULA DE *ESCHERICHIA COLI*\***

COMPONENTE	NÚMERO DE MOLÉCULAS	NÚMERO DE TIPOS DE MOLÉCULAS
Proteínas	2.400.000	4.288
Ribosomas	(20.000)	(1)
ADN	2	1
ARN	255.480	663
Polisacáridos	1.400.000	3
Lípidos	22.000.000	50
Metabolitos pequeños e iones	280.000.000	800
Agua	40.000.000.000	1

\*Según información de F. R. Blattner et al., *The complete genome sequence of Escherichia coli K-12* [Secuencia completa del genoma de *Escherichia coli* K-12], *Science* 277 (1997): 1453-1474; F. M. Harold, *The way of the cell: Molecules, organisms and the order of life* [El camino de la célula: Moléculas, organismos y el orden de la vida] (Oxford: Oxford University Press, 2001), p. 68; G. T. Javor, "Life: an evidence for creation" [La vida, evidencia de la creación], *Origins* 25 (1998): 2-48; F. C. Neidhardt, ed., *Escherichia coli and Salmonella: Cellular and molecular biology* [*Escherichia coli* y *Salmonella: Biología celular y molecular*], 2ª ed. (Washington, D.C.: ASM Press), versión en CD-ROM, sección 3.

de cuatro mil tipos de moléculas proteínicas. El ADN es una fina espiral filiforme de ácido nucleico tan larga que tiene que plegarse muchas veces para que quepa en el microbio. ¡De hecho, es ochocientas veces más larga que el propio microbio! Cómo se las arregla el organismo para acceder a toda su información genética aturde la imaginación. La Tabla 3.1 da algunos detalles de la composición de un organismo de *Escherichia coli*. Moléculas de proteínas, hidratos de carbono (polisacáridos), lípidos (sustancias grasas) y otras especiales forman parte de unos cinco mil tipos de moléculas, la mayoría de las cuales están replicadas muchas veces, hasta alcanzar un total de varios cientos de millones de moléculas especiales en un solo microbio. Que algo sea pequeño no significa que sea simple. Lo que algunos dieron por sentado en cierto momento que eran

formas de vida simples ha resultado ser increíblemente complejo. La paradoja surge ante la pregunta de cómo semejante complejidad pudo tan siquiera empezar a organizarse.

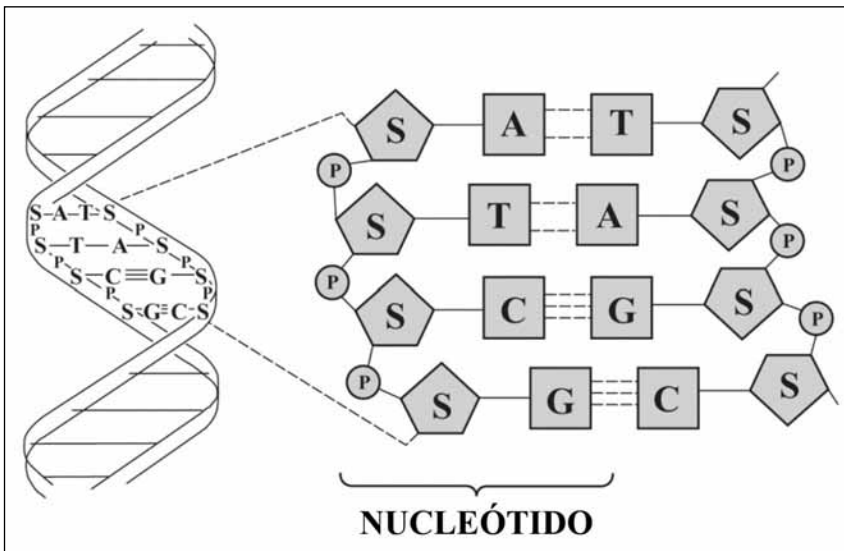
Aviso: los siguientes cuatro párrafos no son de fácil lectura, pero el lector debe esforzarse por captar su significado aunque no recuerde todos los detalles. El propio ADN es una molécula compleja que tiene una forma que se asemeja en cierto modo a una escalera retorcida. En la Figura 3.1 se ven detalles de una porción del mismo. La molécula consiste en unidades básicas denominadas nucleótidos que incorporan un azúcar, un fosfato y las primordiales bases que componen la información genética necesaria para que funcione una célula como *Escherichia coli*. El ADN está constituido por cuatro clases de bases: la adenina, la timina, la guanina y la citosina (abreviadas A, T, G y C). En el ARN (ácido ribonucleico), similar al ADN e importante para la comunicación de información dentro de la célula, el uracilo (U) ocupa el lugar de la timina (T). El ADN de *Escherichia coli* comprende 4.639.221 bases individuales.<sup>5</sup>

Las proteínas son moléculas polifacéticas que actúan como factorías químicas o como partes estructurales de las células. Están hechas a partir de docenas o hasta muchos cientos de moléculas más simples, verdaderos bloques constitutivos, denominadas aminoácidos. Los seres vivos tienen habitualmente veinte tipos diferentes de aminoácidos. En una proteína los aminoácidos se unen uno tras otro, como eslabones de una cadena o como las cuentas de un collar (Figura 3.2). Luego, la cadena se pliega sobre sí muchas veces, ayudada normalmente por macromoléculas proteínicas especiales, llamadas con mucho acierto chaperonas. La posición de los diversos tipos de aminoácidos en la cadena determina la forma final de la molécula. La forma de una proteína es sumamente importante para su función, y solo son posibles variaciones menores en el orden de aminoácidos para que la proteína funcione debidamente en el tipo apropiado de molécula.

---

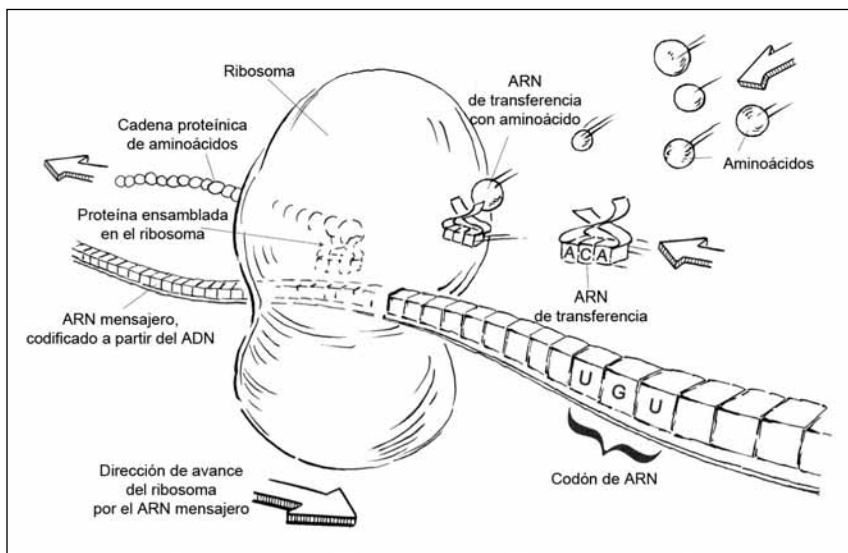
5. F. R. Blattner et al., *The complete genome sequence of Escherichia coli K-12* [Secuencia completa del genoma de *Escherichia coli* K-12], *Science* 277 (1997): 1453-1474.

Cuando la célula necesita una proteína específica, se copia una porción del ADN adecuado a moléculas mensajeras de ARN. A su vez, estas son leídas por el ARN de transferencia, el cual, en combinación con moléculas especiales denominadas aminoacil-ARNt sintetasa —que son específicas para cada clase de aminoácido—, coloca los aminoácidos debidos donde son necesarios en la proteína que se ensambla. Esto ocurre en estructuras sumamente especializadas denominadas ribosomas (Figura 3.2), que añaden aminoácidos a una velocidad de tres a cinco por segundo. Los propios ribosomas son complejos, formados con unas cincuenta moléculas proteínicas diferentes y de mucho ARN. Un organismo de *Escherichia coli* alberga unos veinte mil.



**Figura 3.1** Representación de la estructura del ADN. A la izquierda se ilustra la doble hélice, y a la derecha se presenta una porción ampliada. A, T, G y C representan las bases: adenina, timina, guanina y citosina, respectivamente. S representa un azúcar, y P es el fosfato. Un nucleótido está constituido por P, S y una de entre A, T, G o C. Las líneas discontinuas que hay en la parte derecha representan los enlaces de hidrógeno que unen las dos hebras de ADN.

Según la Figura 3 en R. Evard y D. Schrodetzki, "Chemical evolution" [La evolución química], *Origins* 3 (1976): 9-37.



**Figura 3.2** *Actividad ribosómica.* El ribosoma se desplaza hacia la derecha según se empareja el código del ARN mensajero con el código del ARN de transferencia que tiene el aminoácido apropiado para ese código. Los aminoácidos se unen en el ribosoma y salen como una molécula proteínica en forma de cadena, ilustrada a la izquierda. Según la Figura 4.6 en F. M. Harold, *The way of the cell: Molecules, organisms and the order of life* [El camino de la célula: Moléculas, organismos y el orden de la vida] (Oxford: Oxford University Press, 2001).

¿Cómo selecciona la célula el aminoácido apropiado cuando ensambla una molécula de proteína? Esto se realiza mediante el importantísimo código genético formado por las bases A, T, C y G del ADN y por las bases A, U, C y G del ARN. Los ordenadores funcionan usando solo dos tipos de símbolos básicos, mientras que, en cambio, los seres vivos emplean cuatro bases. Codificar un aminoácido requiere tres bases. Por ejemplo, en el ARN, GGU codifica el aminoácido glicina, y CGC codifica el aminoácido arginina. El triplete, o unidad, de bases que codifica un aminoácido se denomina codón. Los codones de los veinte tipos diferentes de aminoácido aparecen en la Tabla 3.2. Otros codones ponen en marcha y detienen el proceso de la cadena de montaje que ensambla las proteínas. Puesto que hay 64 codones posibles y solo 20 tipos de aminoácidos

## TABLA 3.2

### EL CÓDIGO GENÉTICO

PRIMERA LETRA	SEGUNDA LETRA				TERCERA LETRA
	U	C	A	G	
U	fenilalanina fenilalanina leucina leucina	serina serina serina serina	tirosina tirosina parada parada	cisteína cisteína parada triptófano	U C A G
C	leucina leucina leucina leucina	prolina prolina prolina prolina	histidina histidina glutamina glutamina	arginina arginina arginina arginina	U C A G
A	isoleucina isoleucina isoleucina inicio, metionina	treonina treonina treonina treonina	asparagina asparagina lisina lisina	serina serina arginina arginina	U C A G
G	valina valina valina valina	alanina alanina alanina alanina	aspartato aspartato glutamato glutamato	glicina glicina glicina glicina	U C A G

*Para hallar el código (codón) de un aminoácido, buscar su nombre en la tabla y seguir las respectivas columnas y filas para las letras primera, segunda y tercera. Por ejemplo, los códigos de la glutamato son GAA y GAG.*

en los seres vivos, varios codones diferentes formulan el mismo aminoácido. Los seres vivos emplean todos los codones posibles.

Basta de tanto detalle abrumador. Podríamos emplear muchas páginas más para describir muchos sistemas celulares adicionales similares al mecanismo de producción de proteínas. A estas alturas el lector debería poder hacerse a la idea de que un microbio es algo muy preciso y sumamente complicado. Mientras vive, *Escherichia coli* realiza miles de cambios químicos a los que denominamos de manera colectiva metabolismo, y también reproduce más microbios como ella misma.

Los organismos como *Escherichia coli* están entre las formas vivas más simples que existen. Los virus, que son mucho más pequeños, no cumplen los requisitos para ser considerados seres vivos. Al consistir únicamente en una combinación sin vida de ADN o ARN y proteínas, no pueden reproducirse por sí mismos y, por ende, no podrían representar las primeras formas de vida sobre la Tierra. Si uno llegase a la existencia, ahí acabaría todo. Se duplican únicamente mediante los sistemas complejos de las células vivas que dé la casualidad que estén visitando. Es probable que ciertos microbios (*Mycoplasma*) cuyas dimensiones son aproximadamente la décima parte de *Escherichia coli* representen las formas más pequeñas de vida independiente descubiertas hasta ahora.<sup>6</sup> Aunque la ciencia no los ha estudiado pormenorizadamente, sabemos que algunos tienen más de medio millón de bases en su ADN, aparte de codificación de casi quinientos tipos diferentes de proteínas que realizan gran número de funciones específicas. Si la vida en la Tierra surgió por sí misma, ¿cómo se juntaron al azar todas las partes oportunas para producir el primer ente viviente?

## La batalla de la generación espontánea

El protoquímico Jan Baptist van Helmont (1577–1644) dio con una fórmula para fabricar ratones. ¡Si se escondían trapos sucios con cereales y queso en un desván, pronto aparecerían ratones allí! El experimento sigue funcionando en la actualidad, pero ya no

---

6. C. M. Fraser et al., *The minimal gene complement of Mycoplasma genitalium* [El complemento genético mínimo de *Mycoplasma genitalium*], *Science* 270 (1995): 397-403.

creemos que los ratones aparezcan, sin más, de forma espontánea. Desde los tiempos más remotos hasta hace bien poco se creía que los organismos simples surgían de la materia inerte. La observación directa demostraba el proceso, denominado comúnmente generación espontánea. Negarla era ignorar la realidad. Los gusanos aparecían, sin más, en las manzanas, y en la primavera las ranas se dejaban ver en el fango. Además, no había más que considerar en organismos tan repugnantes como la tenia. Dado que muchos defendían que Dios no podría haber creado tales seres, tenían que haber surgido espontáneamente en el cuerpo de las personas. Pocos sostenían el punto de vista actual de que tales parásitos representan formas degeneradas de organismos autónomos. La gente daba por sentado que los organismos más simples simplemente se desarrollaban solos doquiera aparecieran. Ahora sabemos que todo ser vivo tiene que provenir de otro ser vivo. La batalla por zanjar el asunto fue una de las más disputadas de la historia de la ciencia y duró dos siglos.

Uno de los primeros pioneros en esta contienda fue el médico italiano Francesco Redi (1626–1697). Hacía mucho que se venía observando que la cresa, fase larvaria de las moscas, se desarrollaba en la carne en descomposición (aún no había llegado la refrigeración). Sin embargo, ¿de dónde salía la cresa? Redi decidió que iba a intentar producir gusanos de la carne en los restos de varios tipos de animales diferentes, que incluían serpientes, palomas, peces, ovejas, ranas, ciervos, perros, corderos, conejos, cabras, patos, gansos, gallinas, golondrinas, leones, tigres y búfalos. Quedó sorprendido de que, con independencia del tipo de restos animales que usase, siempre encontraba el mismo tipo de cresa y de moscas. También sabía que, en verano, los cazadores envolvían la carne en tela para conservarla. ¿Podría ser que la cresa saliese de las moscas y que no apareciese espontáneamente en la carne? Para poner a prueba la idea, permitió que la carne se descompusiera en tarros abiertos y también en tarros cubiertos de gasa que no dejara pasar las moscas. Dado que no se formó cresa en la carne protegida de las moscas, llegó a la conclusión de que no aparecía espontáneamente, sino que, por el contrario, provenía de las moscas.



No obstante, ello no resolvió la cuestión. Algunas ideas tardan en morir. Después de la época de Redi entraron en liza otros científicos. Se recrudeció el conflicto, y empezaron a realizarse experimentos, que conllevaban calentar diversos tipos de caldos orgánicos a distintas temperaturas en recipientes abiertos o sellados, con resultados contradictorios. A veces aparecían organismos; otras veces no. La cuestión de si la vida tenía que tener acceso al aire se convirtió en un asunto importante. Es curioso que la idea de que la vida pudiera surgir espontáneamente era aún más aceptada en el siglo XIX que en la época de Redi.<sup>7</sup> La verdad retrocedía.

Después, de la mano de Louis Pasteur (1822–1895), uno de los mejores científicos de todos los tiempos, llegó lo que muchos consideran el golpe de gracia para la idea de la generación espontánea. El sumamente competente y productivo Pasteur trabajó en una gran variedad de proyectos científicos. Salvó la industria vinícola de su Francia natal al demostrar, primero, que los microbios echaban a perder los vinos, y luego al idear un procedimiento para conservar los vinos usando únicamente calor moderado, que mataba los microbios culpables pero que conservaba el sabor. Ahora usamos el mismo proceso para la leche y lo llamamos pasteurización. Desarrolló métodos de vacunación contra el ántrax y la rabia y se vio inmerso en la batalla sobre la generación espontánea. Empleando experimentos ideados con mucha inteligencia, pudo dar respuesta a los diversos argumentos de quienes defendían la generación espontánea. Usando matraces dotados de tubos de acceso complicados, fue capaz de demostrar que el caldo debidamente calentado no generaba vida aunque tuviese completo acceso al aire. Con su estilo exuberante habitual, Pasteur proclamó: «La doctrina de la generación espontánea no se repondrá jamás del golpe mortal que le asesta esta sencilla experiencia».<sup>8</sup>

---

7. J. Farley, *The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin* [La disputa sobre la generación espontánea desde Descartes a Oparin] (Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1977), p. 6.

8. R. Vallery-Radot, *La vida de Pasteur*, versión castellana del Dr. Jorge Degiorgi (Barcelona, Buenos Aires: Juventud; 1942) p. 101.

¡Pero Pasteur se equivocaba! Aunque sus experimentos demostraban con claridad que la vida solo puede provenir de vida anterior, y pese a que tanto los microbiólogos como la profesión médica confirmaban de forma creciente ese punto de vista, otras ideas se agazapaban en el horizonte. En Inglaterra Charles Darwin acababa de publicar su famoso libro de 1859 *El origen de las especies*. Defendía que los organismos avanzados habían evolucionado gradualmente a partir de otros más simples mediante un proceso de selección natural, en el que los organismos más aptos sobrevivían a expensas de los menos aptos. El concepto acabó enturbiando el tema de la generación espontánea. Darwin no defendió la generación espontánea en *El origen de las especies*. De hecho, en ediciones posteriores, afirmó que la vida había recibido en su origen el aliento del Creador.<sup>9</sup> Sin embargo, su enfoque volvió a abrir la puerta a la generación espontánea, porque si los organismos avanzados podían desarrollarse por sí mismos a partir de los simples, ¿por qué no podría la vida originarse sola? Más tarde, Darwin expresó interés en la generación espontánea, y sugirió que «en algún estanque templado de pequeñas dimensiones» podrían formarse proteínas, «listas a experimentar cambios aún más complejos».<sup>10</sup> Su posterior punto de vista encaja perfectamente en un creciente interés en las explicaciones naturalistas (mecanicistas). Tales conceptos buscaban eliminar cualquier necesidad de Dios en la naturaleza.

Ninguno de los científicos de esa época, incluidos Semmelweis, Pasteur y Darwin, tenía ni idea de lo complejos que eran los organismos de menor tamaño. Si la ciencia lo hubiese sabido, cabe preguntarse si la evolución hubiese logrado la aceptación que consiguió. Los franceses dieron poco apoyo a las ideas seculares de Darwin. Los intereses nacionalistas contribuyeron a que la Academia de Ciencias francesa se alineara decididamente al lado de Pasteur. *La comunidad científica acabaría siguiendo esa peculiar senda que rechaza la generación*

9. Charles Darwin, *El origen de las especies*, trad. Antonio de Zulueta (Madrid: Espasa Calpe, 1998), p. 572. Nota del traductor.— Las palabras textuales de Darwin en cuanto al aliento divino recibido por la vida en su origen son «having been originally breathed by the Creator».

10. F. Darwin, ed., *The life and letters of Charles Darwin* [Vida y cartas de Charles Darwin], tomo III (Londres: John Murray, 1888), p. 18.

*espontánea para los organismos que viven ahora, pero aceptándola para el primer organismo que apareció en la tierra hace miles de millones de años. Llamamos a ese proceso evolución química.*

## **La evolución química**

A comienzos del último siglo, cuando la evolución empezaba a ganar aceptación, el interés también se centró en cómo la vida se originó por sí misma. No cabe duda de que es el problema más desconcertante que afronta la evolución biológica, e intentar darle respuesta se ha convertido en un empeño científico de primera línea. Ya en 1924 el famoso bioquímico ruso A. I. Oparin propuso un escenario en el que sustancias inorgánicas y orgánicas simples pudieran combinarse, dando paso a compuestos orgánicos más complejos que, a su vez, pudieran formar organismos simples. En Inglaterra, J. B. S. Haldane, brillante genetista de poblaciones y bioquímico, desarrolló ideas similares. Otros añadieron detalles, y el concepto de que la vida se originara hace mucho tiempo por sí sola en lo que muchos denominan a menudo una «sopa orgánica tibia» se convirtió en un tema al que se daba seria consideración.

En 1953 Stanley Miller, trabajando en el laboratorio que el premio Nobel Harold Urey tenía en la Universidad de Chicago, dio cuenta de un experimento que hizo época, y que se ha convertido en un símbolo para los partidarios de la generación espontánea. El experimento se proponía simular el tipo de condiciones que podrían haber imperado en la Tierra antes de que se originase la vida y que podrían haber dado origen a los seres vivos. Usando un aparato químico cerrado que excluía el oxígeno, Miller sometió a descargas eléctricas una mezcla constituida por los gases metano, hidrógeno y amoníaco, y por vapor de agua. El aparato tenía una trampilla para recoger las delicadas moléculas orgánicas que pudieran producirse. Después de muchos días descubrió que se habían formado muchos tipos diferentes de moléculas orgánicas, incluyendo algunos de los aminoácidos que se dan en los seres vivos. Los investigadores han repetido muchas veces el experimento, y aportado mejoras al mismo, y parece que puede crear los diferentes tipos de aminoácidos que

se encuentran en las proteínas, cuatro de las cinco bases de los ácidos nucleicos,<sup>11</sup> y algunos azúcares. Los profesores de biología han hablado del experimento a millones de alumnos, y los científicos y maestros lo han presentado en todo el mundo como prueba de que la vida podría haber surgido por sí misma. Desde hace medio siglo el experimento despierta agitación. En realidad, hay una multitud de problemas que siguen sin resolver.

Una cuestión básica que precisa consideración es la fidelidad con que los experimentos de laboratorio reproducen las hipotéticas condiciones de la Tierra primigenia. Con su uso de equipos sofisticados y productos químicos purificados, es posible que los químicos de los laboratorios no estén presentando un buen ejemplo de la situación que habría existido hace mucho tiempo en una Tierra primigenia desnuda. A veces es posible hacer corresponder debidamente las observaciones del laboratorio con lo que la teoría supone que ocurrió en el pasado, pero otras veces no. Por ejemplo, el experimento de Miller protegía los productos deseados de los efectos destructivos de la fuente energética de las chispas recogiéndolos en una trampilla especial. El uso de una trampilla protectora no simularía realmente lo que cabría esperar en una Tierra primitiva.<sup>12</sup>

Es preciso que tengamos en cuenta que hablamos de un mundo sin vida, sin laboratorios y sin científicos. Cuando los científicos entran en sus laboratorios y efectúan experimentos basados en su inteligencia y empleando información y equipos producto de siglos de experiencia, lo que hacen se parece más a lo que esperaríamos de un Dios inteligente que de una Tierra vacía. En muchos sentidos, el científico representa las actividades creadoras divinas más que condiciones aleatorias primitivas. La evolución química requiere que sucedan cosas positivas de todo tipo por sí solas, no bajo la supervisión de científicos inteligentes que trabajan en sofisticados laboratorios.

- 
11. R. Shapiro, "Prebiotic cytosine synthesis: A critical analysis and implications for the origin of life" [Síntesis prebiótica de la citosina: Análisis crítico e implicaciones para el origen de la vida], *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (1999): 4396-4401.
  12. C. B. Thaxton, W. L. Bradley y R. L. Olsen, *The mystery of life's origin: Reassessing current theories* [El misterio del origen de la vida: Reconsideración de las teorías actuales] (Nueva York: Philosophical Library, 1984), pp. 102-104.

## Los problemas de la evolución química

Es posible que el lector encuentre que esta sección es algo técnica para su gusto, pero es importante y merece un esfuerzo especial. Aunque no entienda todos los detalles, el lector captará, no obstante, la importancia básica del asunto.

**¿Dónde estaba la sopa?** Los evolucionistas echan mano de cuanta «sopa orgánica tibia» esté a su alcance. Los organismos son tan complejos que la probabilidad de que se organicen solos es tan sumamente remota que cuanto más sopa se tenga, mayor será la posibilidad de que la vida pudiera haber surgido espontáneamente en algún lugar. La sopa que se postula habría sido algo así como un consomé o un caldo. Para aumentar el potencial de formación de proteínas, permitamos que sea igual al volumen de todos los océanos del mundo. El problema es que si tuviéramos una sopa orgánica de tal entidad en la Tierra primitiva durante muchos millones de años, con el fin de que se acumularan las moléculas necesarias, cabría esperar encontrar muchas pruebas de ello en las rocas más viejas de la Tierra. Aunque deberían contener todo tipo de restos de materia orgánica, los investigadores no han encontrado casi nada de todo eso.<sup>13</sup> La idea de una sopa primitiva ha sido muy popular, y se presenta a menudo como un hecho.<sup>14</sup> Por ello, tal como señala el biólogo Michael Denton, «percatare de que no hay en absoluto prueba positiva alguna de su existencia produce una especie de *shock*».<sup>15</sup>

**La necesidad del tipo adecuado de moléculas.** Los experimentos para producir las primeras moléculas de la vida generan muchas clases adicionales que, en realidad, son inútiles para la vida. Por ejemplo, el experimento de Miller creó muchos más tipos de aminoácidos que son inservibles para hacer proteínas que los veinte requeridos para las formas de vida.<sup>16</sup> Sería preciso que, de algún

---

13. Entre muchas referencias, véanse Hubert P. Yockey, *Information theory and molecular biology* [La teoría de la información y la biología molecular] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), pp. 235-241.

14. *Ibid.*, p. 240.

15. Michael Denton, *Evolution: A theory in crisis* [La evolución, teoría en crisis] (Londres: Burnett Books Limited, 1985), p. 261.

16. Thaxton, Bradley y Olsen, *op. cit.*, pp. 52, 53. [Véase la nota 12.]

modo, el proceso generador de la vida separara los que son basura antes de que pudiera organizar las primeras proteínas útiles de la vida. Es difícil imaginar cómo una cosa así podría ocurrir por sí misma. Aparte de eso, el tipo de experimentos empleados para duplicar el origen de la vida crea también moléculas tóxicas, como el ácido cianhídrico y el formaldehído.<sup>17</sup>

**Las moléculas orgánicas no sobrevivirían.** Para poder llegar a la primera forma de vida, es precisa una gran concentración de moléculas orgánicas, en particular las correctas. Sin embargo, las moléculas orgánicas se destruyen fácilmente, especialmente a causa de la luz ultravioleta que se supone que aportó la energía para su formación. En la California Research Corporation, el químico Donald Hull calculó la probabilidad de supervivencia del aminoácido más simple, la glicina ( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ), en la Tierra primitiva. Llegó a la conclusión de que el 97% se descompondría en la atmósfera primitiva antes de llegar al océano, donde el 3% restante perecería en la propia agua del océano.<sup>18</sup> Los aminoácidos más complejos, que son todavía más delicados, habrían tenido aún menos probabilidades de sobrevivir. Por ello, solo cabría esperar concentraciones sumamente diluidas de los tipos apropiados de moléculas orgánicas.<sup>19</sup>

**Los isómeros ópticos.** La mano izquierda y la derecha son muy similares, pero sus partes están dispuestas de tal modo que son imágenes especulares la una de la otra. Las moléculas orgánicas también son estructuras tridimensionales complicadas que pueden existir con formas diferentes aunque tengan el mismo tipo de átomos y la misma estructura química básica. Los científicos denominan isómeros a tales formas diferentes de moléculas similares, y, como nuestras manos, pueden ser imágenes especulares unas de otras (Figura 3.3).<sup>20</sup>

17. P. A. L. Giem, *Scientific theology* [Teología científica] (Riverside, California: La Sierra University Press, 1997), pp. 58, 59.

18. D. E. Hull, "Thermodynamics and kinetics of spontaneous generation" [La termodinámica y la cinética de la generación espontánea], *Nature* 186 (1960): 693, 694.

19. Dean L. Overman, *A case against accident and self-organization* [Argumentación contra el accidente y la autoorganización] (Lanham, Maryland: Rowman and Littlefield Pub., Inc., 1997), pp. 44-48; Thaxton, Bradley y Olsen, *op. cit.*, pp. 45-47 [véase la nota 12]; Yockey, *op. cit.*, pp. 234-236 [véase la nota 13].

20. La identificación de estas formas para algunas moléculas complejas es más difícil.

Una forma de identificar las dos imágenes especulares consiste en fijarse en la forma en que refractan las ondas de luz procedentes de haces polarizados, ondas que están alineadas. Si la rotación es hacia la izquierda, son del tipo L (levógiro), y si es hacia la derecha, son del tipo D (dextrógiro). Cuando se sintetizan tales moléculas orgánicas en el laboratorio, salen la mitad L y la mitad D. Una excepción es el aminoácido glicina, que es tan simple que no tiene imagen especular de sí mismo. En el experimento de Miller, la mitad de los aminoácidos eran L y la mitad D, y eso es lo que encontraríamos en la sopa primigenia.<sup>21</sup> Sin embargo, cuando observamos a los seres vivos, salvo en algunas moléculas sumamente peculiares, todos sus aminoácidos son del tipo L. Los seres vivos no permiten mucha latitud a la hora de hacer sustituciones. Un solo aminoácido D en una molécula de proteína le impide adquirir la forma debida para funcionar correctamente.<sup>22</sup> La desconcertante cuestión que la evolución tiene planteada es cómo hicieron las primeras formas de vida que se ensamblaron en la sopa biológica para escoger sencillamente al azar solo los aminoácidos L para las primeras proteínas a partir de una mezcla homogénea de L y D. El mismo problema se da en las moléculas de azúcares que hay en el ADN y el ARN, salvo que en esta ocasión son solo del tipo D.

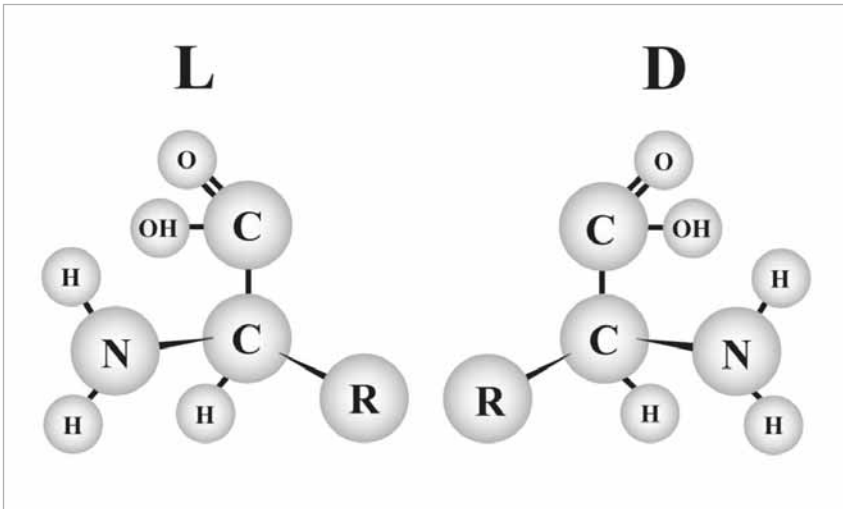
A lo largo de los años los evolucionistas han sugerido muchos mecanismos —como la luz polarizada, el magnetismo, el efecto del viento, etcétera— para explicar por qué en los seres vivos se dan únicamente los aminoácidos L.<sup>23</sup> Pero ninguno resuelve el problema, de modo que siguen apareciendo ideas nuevas. Los investigadores se aferran a los más débiles rayos de esperanza resultantes de experimentos artificiales perfectamente controlados realizados en labo-

---

21. En cuanto a ejemplos recientes que dan los mismos resultados, véanse M. P. Bernstein et al., “Racemic amino acids from the ultraviolet photolysis of interstellar ice analogues” [Los aminoácidos racémicos resultantes de la fotólisis ultravioleta de los análogos de hielo interestelar], *Nature* 416 (2002): 401-403; G. M. Muñoz Caro et al., “Amino acids from ultraviolet irradiation of interstellar ice analogues” [Los aminoácidos resultantes de la irradiación ultravioleta de los análogos de hielo interestelar], *Nature* 416 (2002): 403-409.

22. Yockey, *op. cit.*, p. 237, indica que una mezcla de los dos tipos de aminoácidos interferiría en el proceso de plegado. [Véase la nota 13.]

23. Una tentativa reciente se presenta en A. Saghatelian et al., “A chiroselective peptide replicator” [Un replicador quiroselectivo de péptidos], *Nature* 409 (2001): 797-801.



**Figura 3.3** Disposición de los isómeros D y L de los aminoácidos. Obsérvese que la colocación de los átomos en una forma es una imagen especular tridimensional de la otra. R es un radical que varía considerablemente en composición química con los diferentes tipos de aminoácido, mientras que la porción ilustrada es la misma para todos los aminoácidos.

ratorios (los cuales solo se parecen vagamente a algo que se pudiera haber dado realmente en la naturaleza) como posibles soluciones. Hasta la fecha, la ciencia no ha encontrado ninguna solución realista al misterio.

**La formación de macromoléculas.** Los aminoácidos, las bases nucleótidas, los azúcares, etcétera, son relativamente simples en comparación con las gigantescas moléculas que forman cuando se combinan para crear proteínas, ADN y ARN. Podemos fabricar muchas de las moléculas simples, pero ¿cómo se organizaron por sí mismas las macromoléculas? Una proteína típica consiste en cien aminoácidos o más, y el ADN de *Escherichia coli* es una molécula enorme que contiene más de cuatro millones de bases. Recuérdese que incluso los tipos más simples de los organismos independientes de los que tenemos noticia tienen quinientas mil bases en su ADN, que codifican casi quinientas proteínas diferentes.<sup>24</sup>

24. Fraser, *art. cit.* [Véase la nota 6.]



¿Cómo se organizó la primera forma de vida? Los organismos requieren proteínas para producir ADN, y deben tener ADN para ensamblar proteínas. ¿Podría un sistema así ser el resultado de la casualidad al interactuar los átomos siguiendo las leyes de la física? Los científicos han calculado la probabilidad de formar simplemente un tipo específico de molécula proteínica, y es sumamente pequeña.<sup>25</sup> Un estudio señala que esta probabilidad es menor que 1 entre el número  $10^{190}$  ( $4,9 \times 10^{-191}$ ). Cada uno de los ciento noventa ceros multiplica por diez la improbabilidad del cero anterior. Sin embargo, ¿no existe la posibilidad de que pudiera haber ocurrido sin dirección inteligente? Aunque los matemáticos definen a veces como imposibles las probabilidades de menos de 1 entre  $10^{50}$ , se puede seguir defendiendo con algún tipo de racionalidad que solo una vez dio la casualidad de que apareció la molécula adecuada a la primera. Sin embargo, tener una sola molécula proteínica sirve de bien poco: hay que tener cientos de tipos diferentes para llegar a la forma de vida más simple.<sup>26</sup> Luego se necesitan moléculas de ADN o ARN (a menudo más complejas que las proteínas) al igual que hidratos de carbono y grasas (lípidos).

¿Si invocamos el azar y las leyes naturales no supervisadas es preciso que pensemos en más materia de la que hay en el universo conocido para dar lugar a la improbabilidad! Bernd-Olaf Küppers, quien favorece la idea de que, de alguna manera, las moléculas se organizaron solas para formar vida, ha estudiado tales probabilidades. Comenta que «aunque toda la materia del espacio consistiera en moléculas de ADN de la complejidad estructural del genoma bacteriano [o sea, ADN microbiano], con secuencias aleatorias, la probabilidad de encontrar entre ellas un genoma bacteriano o algo parecido seguiría siendo despreciable».<sup>27</sup> Aunque algunos evolucionistas reconocen el problema, no han presentado ninguna solución

25. W. L. Bradley y C. B. Thaxton, "Information and the origin of life" [La información y el origen de la vida], en J. P. Moreland, ed., *The creation hypothesis: Scientific evidence for an intelligent designer* [La hipótesis de la creación: Evidencia científica de un diseñador inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1994), pp. 173-210.

26. Presentado con más detalle en el capítulo 5.

27. Bernd-Olaf Küppers, *Information and the origin of life* [La información y el origen de la vida], Manu Scripta A, trad. (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990), p. 60.

plausible. Sin embargo, la vida en la Tierra es más que microbios. Al final, hace falta que evolucione el ADN de los seres humanos, que es mil veces mayor que el de los microbios.<sup>28</sup> También debemos considerar que la información biológica contenida en el ADN tiene que ser muy precisa.

Cambiar un solo aminoácido en una proteína puede significar el desastre, como ocurre a los pacientes afectados de anemia falciforme. En lo referente al origen espontáneo de la vida, la racionalidad sugiere que busquemos alternativas distintas al azar. *Ya puestos, creer en los milagros no es peor que hacerlo en tales improbabilidades.*

**El código genético.** Una de las cosas que más me gustaban de niño era crear códigos secretos con los que, sustituyendo letras o números, se acabase teniendo un nuevo lenguaje entendido únicamente por un grupito selecto. Los estamentos militares emplean códigos sofisticados, y los cambian con frecuencia para proteger la información contra enemigo, que tiene que dedicar un esfuerzo considerable para romperlos. Hace unas décadas también requirió un esfuerzo considerable comprender el código genético.<sup>29</sup> Su desciframiento representa uno de los grandes logros de la ciencia.

Mencionamos anteriormente que las bases A, T, G y C, contenidas en toda la molécula de ADN, dirigen la producción de proteínas pasando la información al ARN y a los aminoácidos (Figura 3.2). ¿Cómo comunica el ADN su información a los aminoácidos? Mediante moléculas especiales que emplean el lenguaje del código genético. En la práctica, sin código genético, es imposible pensar en ningún tipo de vida tal como la conocemos, de modo que es preciso que aquel exista antes de que pueda darse tal tipo de vida.

---

28. Algunos científicos debaten la utilidad de los intrones en los genomas, pero otros sugieren cada vez más funciones para ellos. Véanse C. Brownlee, "Trash to treasure: Junk DNA influences eggs, early embryos" [Basura preciada: El ADN basura influye en los huevos y en la primera fase de los embriones], *Science News* 166 (2004): 243; C. Dennis, "A forage in the junkyard" [Forraje en el desguace], *Nature* 420 (2002): 458, 459; T. G. Standish, "Rushing to judgment: Functionality in noncoding or 'junk' DNA" [Juicio precipitado: La funcionalidad del ADN "basura" o no codificante], *Origins* 53 (2002): 7-30.

29. M. Nirenberg y P. Leder, "RNA codewords and protein synthesis: The effect of trinucleotides upon the binding of sRNA to ribosomes" [La codificación del ARN y la síntesis de proteínas: Efecto de los trinucleótidos en el enlace entre el ARN pequeño y los ribosomas], *Science* 145 (1964): 1399-1407.

Recordemos que en el código genético se requiere la combinación de tres bases (un codón) para codificar un aminoácido (Tabla 3.2). Cómo llegó a existir tal lenguaje constituye una pregunta irritante para la evolución. ¡La sopa primordial no era una sopa de letras ni nada parecido! No es de esperar que un montón de bases de ADN, mediante cambios fortuitos, se coloquen ellas solas formando un orden codificado con sentido. Además, el sistema carecería de utilidad, y no tendría valor evolutivo de supervivencia hasta que hubiese evolucionado un sistema que emparejara los aminoácidos con el propio código.

Por otra parte, muchos evolucionistas creen que la propia existencia de un código genético casi universal indica que todos los organismos están emparentados entre sí y que evolucionaron de un antepasado común. Según se expresa en un destacado libro de texto de biología, «la universalidad del código genético figura entre las pruebas más sólidas de que todos los seres vivos comparten un patrimonio evolutivo común».<sup>30</sup> Los evolucionistas emplean las similitudes entre las células, los genes, los huesos de las extremidades, etcétera, en apoyo de la evolución; sin embargo, a poco que se piense, ello no es convincente en absoluto. Tal argumentación puede contrarrestarse fácilmente sugiriendo que todas esas similitudes son prueba de que un Creador (Dios) empleó el mismo diseño viable para producir los diversos organismos. Habría sido inusitado que hubiese ideado un montón de códigos genéticos diferentes para los diversos organismos cuando ya existía uno perfectamente viable. El argumento de las similitudes no tiene mucha significación, ni a favor ni en contra de la evolución de los organismos o de la existencia de Dios.

Como ocurre invariablemente entre los seres vivos, los distintos sistemas no son simples, y así sucede también en el código genético. Hemos mencionado anteriormente que, para producir proteínas, ciertas moléculas especiales (las aminoacil-ARNt sintetasas) combinan el tipo adecuado de aminoácido con la clase específica de

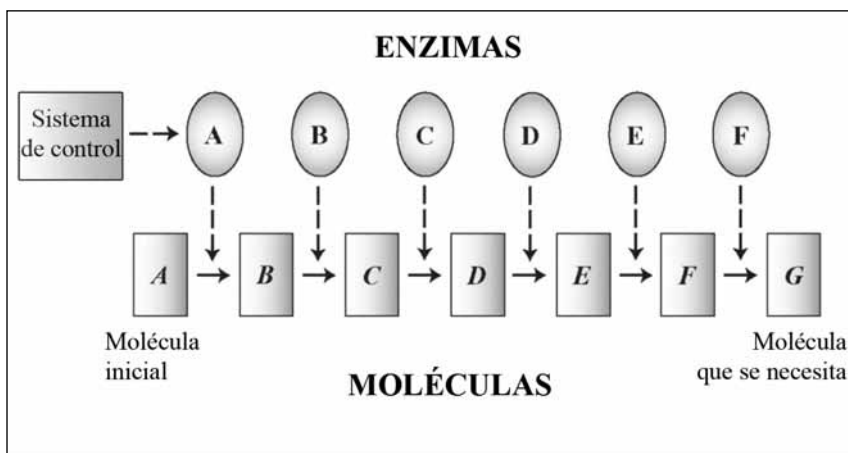
---

30. P. H. Raven y G. B. Johnson, *Biology* [Biología], 3ª ed. (St. Louis, Misuri: Mosby-Year Book, Inc., 1992), p. 307.

ARN de transferencia que tiene el código genético apropiado para ese aminoácido. Luego, el aminoácido y el ARN de transferencia codificado combinados se emparejan con la información codificada contenida en el ARN mensajero. Esa información procedía en su origen del ADN, y da por resultado el orden adecuado de los aminoácidos cuando se enlazan para formar una molécula de proteína en un ribosoma (Figura 3.2). Si no coinciden los códigos del ADN y los códigos usados por el ARN de transferencia, no se producen las proteínas que se necesitan. Una sencilla analogía es que para que un lenguaje como el código genético pueda ser útil, tanto el hablante como el oyente deben emplearlo y entenderlo. Además, cualquier tentativa de cambiar el código gradualmente significaría la muerte instantánea para cualquier organismo.

En cuanto a los lenguajes como el del código genético, no da la impresión de que aparezcan, sin más, de forma espontánea, ni en los seres vivos ni entre las cosas inanimadas, a no ser que se formulen a propósito. En un escenario evolutivo de desarrollo gradual surge la pregunta de qué evolucionó antes: el complicado código contenido en el ADN o la capacidad de leerlo y de emparejar los aminoácidos con el código. No parece que ninguna de tales cosas tuviese algún valor de supervivencia hasta que ambas hubiesen empezado a funcionar. Se necesita al menos un código de tres letras específico de ADN para cada uno de los veinte aminoácidos. Ese código tiene que emparejarse con los aminoácidos por medio de las veinte moléculas especiales específicas (las aminoacil-ARNt sintetasas) que unen los aminoácidos adecuados a los veinte tipos de ARN de transferencia que luego leen la información contenida en el ARN mensajero que provino del ADN. El sistema en su conjunto no es simple, y todo él debe funcionar correctamente para suministrar los tipos adecuados de proteína. En realidad, el sistema es mucho más complicado que la información escueta que acabamos de presentar. Hay tantas partes asociadas con el código genético que presentan dependencias mutuas antes de poder entrar en funcionamiento que todo ello induce a pensar que alguna mente inteligente creó tanto el código como el complejo proceso que hace las proteínas.

**Las rutas metabólicas y su control.** Los seres vivos generalmente realizan toda una serie de medidas encaminadas a producir únicamente el tipo de molécula que se necesita. Los cambios se dan paso a paso en un orden específico, hasta que el proceso ha obtenido el producto final. Los científicos llaman ruta metabólica a la secuencia, y cada paso es promovido por una molécula proteínica diferente, a la que se da el nombre de enzima (Figura 3.4). Tales rutas metabólicas, similares a una cadena de montaje, abundan en los seres vivos. Suscitan los mismos problemas para la evolución que los mencionados para el desarrollo del código genético. No es muy plausible pensar que todo un ciclo complejo ocurrió de repente por las buenas, todo ello de una vez y al azar, para darle así algún valor evolutivo de supervivencia. Si no llegó a la existencia de una sola vez, ¿cómo podrían evolucionar gradualmente sistemas tan complejos, dado que no tenían valor de supervivencia hasta que se hubiese implementado el paso final de la fabricación de la molécula que se necesita?



**Figura 3.4** Representación esquemática de una ruta metabólica. Las enzimas están simbolizadas por óvalos, mientras que las moléculas que las encimas modifican se muestran como rectángulos. La enzima A cambia la molécula A a la molécula B, y la enzima B cambia la molécula B a C, etcétera, hasta que por fin se produce la molécula que se necesita (en este caso, la molécula G).

Los evolucionistas llevan tiempo lidiando con el problema, y la solución estándar presentada en los libros de texto es suponer que la totalidad de las diversas moléculas requeridas, incluidas las intermedias, se encontraba ya en el entorno. Así, el proceso evolutivo se desarrolló marcha atrás siguiendo la ruta metabólica. Cuando las existencias de una molécula que se necesita (por ejemplo, la molécula G en la Figura 3.4) se agotaban, una enzima (la enzima F) evolucionaba para cambiar una anterior intermedia (la molécula F) a la más avanzada (la molécula G). Este proceso siguió marcha atrás hasta que las diferentes enzimas evolucionaron en su totalidad.<sup>31</sup> Es una sugerencia ingeniosa, pero, dado que las moléculas intermedias necesarias no existen normalmente en el entorno de la Tierra, es una idea que no va a ningún sitio.<sup>32</sup> Además, es sumamente improbable que se codificara el tipo apropiado de encima tanto en el momento preciso como en el lugar adecuado del ADN para dar lugar a un sistema que funcionase.

¿Qué ocurriría si las rutas metabólicas sencillamente siguiesen funcionando indefinidamente? El resultado sería caótico. Afortunadamente, suelen disponer de un elaborado mecanismo de control (asociado con el primer paso) que regula la producción de las moléculas que se necesitan. Tales sistemas reguladores pueden responder de formas diversas a lo que determinan delicados sensores en cuanto a si el organismo necesita la molécula final de la ruta. Sin los mecanismos reguladores, la vida sería imposible. Las enzimas seguirían produciendo moléculas sin parar; y, como una casa en llamas, todo se descontrolaría. Esto suscita otro problema de la evolución química. ¿Qué evolucionó antes: la ruta metabólica o el sistema de control? Si lo hizo el ciclo bioquímico, ¿qué haría las veces de sistema de control? Pero si fue el sistema de control, ¿por qué llegó tan siquiera a la existencia, dado que no tenía nada que regular? *Los seres vivos requieren que muchísimas cosas aparezcan todas a la vez.*

---

31. El estudio clásico es N. H. Horowitz, "On the evolution of biochemical syntheses" [Sobre la evolución de las síntesis bioquímicas], *Proceedings of the National Academy of Sciences* 31/6 (1945): 153-157.

32. Behe, *op. cit.*, pp. 189-191. [Véase la nota 3.]

¿*Cómo se formaron las células?* Hay un abismo increíblemente grande que se abre entre las desorganizadas moléculas simples del muy aclamado experimento de Miller y la estructura intrincada de una célula viva, incluyendo la multitud de sistemas operativos controlados de esta última. Desgraciadamente, los libros de texto de biología rara vez señalan este hecho. Como señala el filósofo Michael Ruse, «si hay una fea laguna en nuestro conocimiento, ¡la mejor línea de acción es decir la nada y decirla con firmeza!»<sup>33</sup>

Los diminutos microbios de los que venimos hablando representan organismos que son más simples que las células de la mayoría de los seres vivos con los que estamos familiarizados. Las células de los distintos organismos, desde las amebas hasta los seres humanos, y desde los musgos hasta las gigantescas secuoyas, tienden a ser mayores, y solo se requerirían aproximadamente cien de tales células colocadas lado con lado para rellenar un milímetro. Estas células mayores tienen un núcleo central que alberga la mayor parte del ADN, y están configuradas en todo tipo de variedades que van desde células glandulares hasta células nerviosas. Debemos dar cuenta también de estos tipos de célula en la cuestión global del origen de la vida.

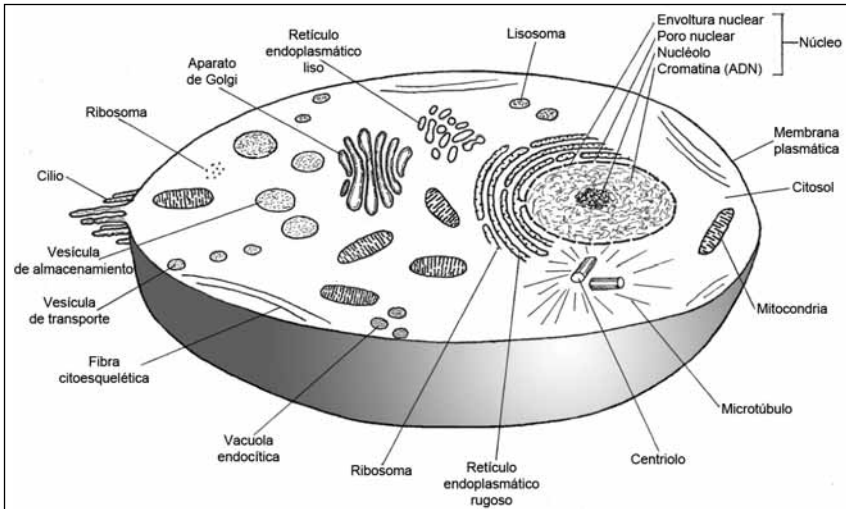
Hemos hablado de proteínas, del ADN, del ARN, de las enzimas, etcétera, pero ante nosotros no tenemos ni un microbio diminuto hasta que dispongamos de algo que rodee estas moléculas especiales, facilitando con ello su acción mutua y su control. La membrana celular realiza esta función vital. Estamos descubriendo que las membranas celulares son sumamente complejas. Incluyen partes especiales que controlan y “bombean” lo que entra en la célula y lo que sale de ella. ¿Cómo desarrolló su membrana la primera célula viva?

Los evolucionistas químicos han sugerido que las agregaciones de macromoléculas orgánicas o hasta de aminoácidos podrían haber formado masas esféricas que dieran como resultado las primeras células.<sup>34</sup> Tales esferas no tendrían membrana celular funcional, ni or-

---

33. M. Ruse, *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001), p. 154.

34. Alexander Ivanovich Oparin, *El origen de la vida* (Madrid: Akal, 1979,1980), pp. 109-110; S. W. Fox, K. Harada y G. Mueller, “Chemical origins of cells” [Los orígenes químicos de las células], *Chemical and Engineering News* 48/26 (1970): 80-94.



**Figura 3.5** Representación de una célula animal típica disecionada para mostrar algunas de las partes internas.

ganización interna, ni ninguna de las otras características especiales para la vida. Refiriéndose a esto, William Day, quien aún defiende algún tipo de evolución biológica, comenta: «Independientemente de cómo se mire, esto son bobadas científicas».<sup>35</sup> Aparte de lo anterior, la vida no es simplemente un montón de productos químicos metidos en una bolsa. No tardarían en alcanzar lo que denominamos equilibrio químico, y en el equilibrio se está muerto. Una célula así no efectuaría los cambios metabólicos de los seres vivos. Tal como señala el bioquímico George Javor, para tener vida es preciso contar con una multitud de rutas metabólicas interdependientes en marcha y funcionando.<sup>36</sup> Podemos contar con todos los productos químicos necesarios, como los que podrían encontrarse en una sopa de pollo, pero la vida no surge espontáneamente ahí.

Encontramos todo tipo de estructuras especializadas en las células (Figura 3.5). Incluyen: los centriolos, que contribuyen a la división

35. William Day, *Genesis on planet earth: The search for life's beginning* [Génesis en el planeta Tierra: La búsqueda del inicio de la vida], 2ª ed. (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1984), pp. 204, 205.

36. G. T. Javor, "What makes a cell tick?" [¿Qué causa que una célula haga tictac?], *Origins* 25 (1998): 24-33.



celular; las mitocondrias, que suministran energía; el retículo endoplasmático, donde los ribosomas fabrican moléculas de proteína; el aparato de Golgi, que recoge los productos sintetizados; los lisosomas, que digieren productos celulares; filamentos, que protegen la estructura de la célula; y los microtúbulos, que, junto con moléculas especiales, mueven partes de la célula a donde se necesitan. Y esto es solo el inicio de lo que estamos descubriendo que es un mundo increíblemente pequeño e intrincado.

¿Cuál es la probabilidad de que una célula pudiese haber aparecido simplemente por casualidad? Algunos investigadores han abordado la cuestión, y la posibilidad es sumamente remota. Sir Fred Hoyle<sup>37</sup> calculó que la probabilidad de obtener a la vez dos mil enzimas (moléculas proteínicas) necesarias para dar inicio a la vida es de 1 entre  $10^{40.000}$ . Es difícil concebir la pequeñez de tal posibilidad. ¡Solo escribir *in extenso* los cuarenta mil ceros de esta improbabilidad usando los números habituales requeriría más de trece páginas de ceros! Sería una lectura muy aburrida. Recordemos que cada cero que se añade multiplica la improbabilidad diez veces. Resulta que Hoyle fue muy optimista. Empleando la termodinámica (las relaciones energéticas de los átomos y las moléculas), el físico y químico Harold J. Morowitz,<sup>38</sup> partidario del origen evolutivo de la vida, calcula que la probabilidad de que un microbio diminuto (*Mycoplasma*) apareciese espontáneamente es de 1 entre  $10^{5.000.000.000}$  ( $10^{-5} \times 10^9$ ). El cosmólogo Chandra Wickramasinghe, que defiende un origen extraterrestre de la vida, es más gráfico al describir el dilema: «La contingencia de que la vida se diera sin más en la tierra es aproximadamente igual de improbable a que un tifón pasase por una chatarrería y construyese un [Boeing] 747».<sup>39</sup>

37. Fred Hoyle, *Steady-state cosmology revisited* [Reconsideración de la cosmología del estado estacionario] (Cardiff: University College Cardiff Press, 1980), p. 52; Fred Hoyle y N. C. Wickramasinghe, *Evolution from space: A theory of cosmic creationism* [La evolución procedente del espacio: Teoría de creacionismo cósmico] (Nueva York: Simon and Schuster, 1981), pp. 24, 26.

38. Harold J. Morowitz, *Energy flow in biology: Biological organization as a problem in thermal physics* [El flujo de energía en la biología: La organización biológica como problema en la física térmica] (Nueva York: Academic Press, 1968), p. 67.

39. Atribución de un autor anónimo en "Threats on life of controversial astronomer" [Las amenazas a la vida de un astrónomo controvertido], *New Scientist* 93 (1982): 140.

**La reproducción.** Tener delante una sola célula viva no supone el establecimiento de la vida en la Tierra. Antes de que muera, es preciso que esa célula se duplique reiteradamente. La reproducción es una de las principales características definitorias de la vida. Para que pueda reproducirse, tienen que replicarse la totalidad de las intrincadas partes de la célula, o la vida desaparece. Aunque percibir cómo hacen tal cosa las células diminutas supone un reto para nuestra imaginación, la ciencia está aportando ahora muchísimos detalles fascinantes.

La parte más importante que precisa ser duplicada es el ADN. Hay un mecanismo especial, que consiste en unas treinta moléculas proteínicas y que se denomina ADN polimerasa, que recorre el ADN y lo replica. Cuando la célula empieza a dividirse, el ADN de cada célula, que en los seres humanos tiene una longitud total de aproximadamente un metro, se comprime en 46 cromosomas microscópicos. La célula consigue esto, en primer lugar, enrollando el ADN; después, enrollando el producto del enrollamiento anterior; luego, plegando el enrollamiento; y, por último, plegando el doble enrollamiento ya plegado. Esto da como resultado cromosomas pareados que pasan a cada nueva célula, para que cada una tenga un ejemplar completo de ADN. Los cromosomas se alinean en medio, entre las dos nuevas células que se forman, y los microtúbulos los “pescan” y tiran de ellos hacia los centriolos que se encuentran en extremos opuestos (Figura 3.6). Allí, los cromosomas se desenrollan en las nuevas células hijas, donde dirigen la actividad celular. Lo que parece aún más asombroso es cómo se duplica el bucle circular de 1,6 milímetros de longitud del ADN de *Escherichia coli*, apretujado en una célula de solo la ochocientosava parte de su longitud. Se duplica sin formar cromosomas comprimidos, como ocurre en los organismos avanzados, y sin enmarañarse. El proceso dura unos 42 minutos, y esto significa que los dos mecanismos de la proteína ADN polimerasa, que recorren el ADN, copian las bases del código genético a una velocidad de aproximadamente mil pares por segundo. Las maravillas de los microbios nunca dejan de asombrarnos.

Hemos dado solamente una visión general de un proceso sumamente complejo del cual conocemos algunos detalles, pero

del que aún nos queda mucho por aprender. Y luego están las restantes partes de todo tipo de las células, como la membrana celular y muchas fibras que tienen que ser duplicadas. ¿Podrían procesos tan complicados y necesariamente integrados surgir por sí mismos? Muchas partes dependen de muchas otras que no tendrían ningún valor evolutivo de supervivencia a no ser que estuvieran presentes todas las partes necesarias. Por ejemplo, ¿de qué serviría el ADN sin el mecanismo de la proteína polimerasa para duplicarlo? ¿Y de qué serviría la polimerasa sin ADN que replicar? Cualquiera de ellos sería un sinsentido sin el otro, y sin ellos no habría nuevos organismos. Y eso sucede en la mayoría de los aspectos de los seres vivos. Se precisa una colección muy numerosa de partes interdependientes antes de poder empezar siquiera a pensar en la vida. El bioquímico Michael Behe ha estudiado varios sistemas de organismos que tienen subunidades que deben actuar con otras para que dichos sistemas puedan funcionar. Para él, estos sistemas representan una «complejidad irreducible»,<sup>40</sup> y ello describe muy bien lo que estamos descubriendo.

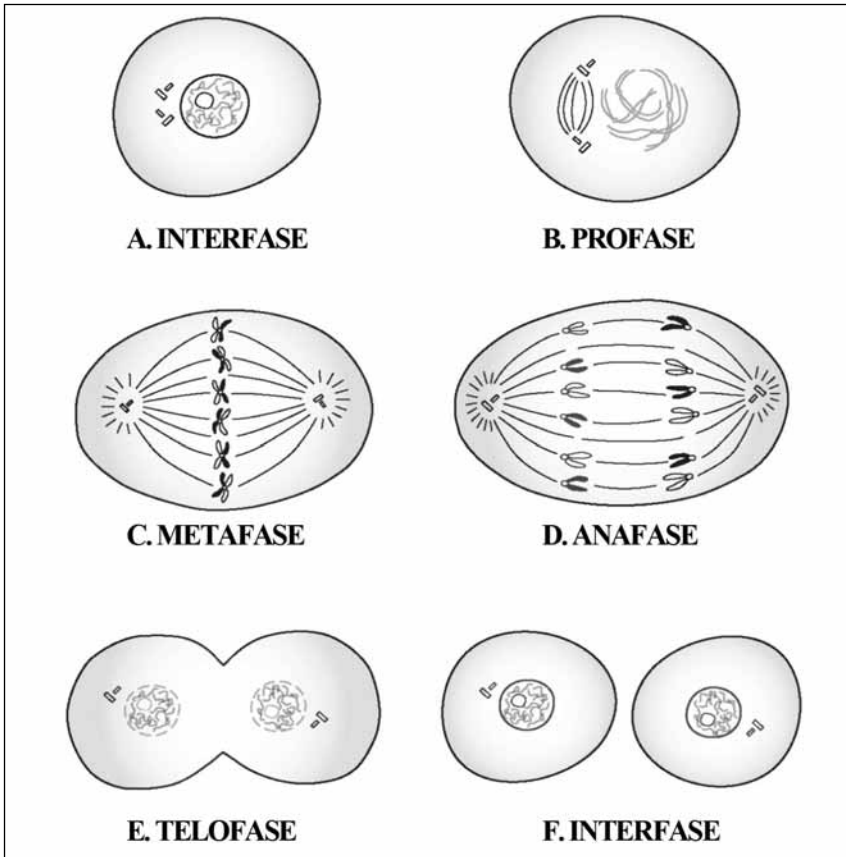
***El origen de los sistemas de verificación y corrección del ADN.***

Cuando una célula se divide, todas las bases que forman el código genético del ADN, cuyo número se encuentra entre cientos de miles y miles de millones, tienen que pasar por un proceso de duplicación. Algunos errores de copia son inofensivos y, en casos infrecuentes, pueden incluso ser benéficos, pero casi todos los demás son perjudiciales, e incluso fatales. Afortunadamente, los seres vivos tienen varios sistemas especiales para verificar el código copiado, eliminar errores y reemplazarlos con las bases adecuadas.<sup>41</sup> Dado que tales sistemas inhiben las mutaciones, su sola existencia supondría una interferencia para la evolución. Sin el proceso de verificación y corrección realizado por las proteínas, el índice de los errores de copia puede llegar al 1%, cifra del todo incompatible con la vida. La desactivación de este sistema corrector en las células causa algunos tipos de cáncer. Los elaborados sistemas de corrección pueden

---

40. Behe, *op. cit.*, p. 60. [Véase la nota 3.]

41. M. Radman y R. Wagner, "The high fidelity of DNA duplication" [La alta fidelidad de la duplicación del ADN], *Scientific American* 259/2 (1988): 40-46.



**Figura 3.6** Representación simple del proceso de división celular. En primer lugar, se rompe la membrana nuclear y el ADN se condensa en cromosomas dobles en forma de barra (profase). Los cromosomas se alinean entonces sobre un plano situado entre las futuras células, mientras que los diminutos centriolos emparejados se sitúan en polos opuestos (metafase). Los pares de cromosomas se separan y son llevados a los polos opuestos (anafase). Comienzan la constricción y la separación y se restauran las membranas nucleares (telofase), y la célula original se convierte en dos células funcionales normales (interfase).

aumentar la precisión de la copia en millones de veces, y ello permite que la vida continúe por muy reiteradamente que se dividan las células, pues se mantiene la precisión de su ADN. Esto suscita otro interrogante para el modelo de la generación espontánea de la vida.

¿Cómo llegaron tan siquiera a evolucionar los complejos sistemas de verificación en un sistema que habría sido tan incoherente en su capacidad de copia antes de la existencia de los mismos? Un científico dice que esa dificultad constituye «un problema no resuelto de la biología teórica».<sup>42</sup>

## Ideas alternativas

Hay muchos científicos que se dan cuenta de la improbabilidad de que la vida haya surgido espontáneamente. Por ello, no es de extrañar que hayan propuesto varias explicaciones alternativas. Sin embargo, como las explicaciones dadas antes, rayan lo imposible. Incluyen: (1) *La vida se originó a partir de información especial que se halla en los átomos*. No encontramos evidencia alguna de tal cosa. (2) *Un tipo de vida mucho más simple dio origen a la vida actual*. Lamentablemente, tampoco contamos con mucha más evidencia de esto. (3) *Un sistema cíclico de generación automática de proteínas y de ARN podría haber dado origen a la vida*. Sin embargo, las moléculas implicadas son difíciles de producir y tienden a degradarse rápidamente. Especialmente problemático es el hecho de que tal ARN sintetizado carece de la gigantesca biblioteca de información genética necesaria tan solo para el organismo más simple. (4) *Posiblemente la vida se formara en manantiales termales en lo profundo de los océanos*. El calor de un entorno tan limitado podría destruir fácilmente las moléculas delicadas, y tampoco da pie a la vasta información genética requerida para un sistema vivo. (5) *La vida podría haberse originado usando patrones de minerales como la pirita (el “oro de los tontos”) o de minerales arcillosos como plantilla para las moléculas complejas de los seres vivos*. Aunque tales minerales cuentan con una disposición ordenada de átomos, el patrón se repite continuamente, y, por ende, no podría dar pie a la variada y compleja información necesaria para la vida. Desgraciadamente, los científicos confunden a menudo la abundancia de orden (característica de los minerales

---

42. G. R. Lambert, “Enzymic editing mechanism and the origin of biological information transfer” [El mecanismo enzimático de verificación y el origen de la transferencia de información biológica], *Journal of Theoretical Biology* 107 (1984): 387-403.

arcillosos) con la complejidad que encontramos en el ADN. Es algo así como tener un libro que contenga únicamente las letras A, B y C repetidas constantemente de principio a fin cuando lo que se necesita es un diccionario Espasa cargado de información con sentido. (6) *La vida se originó como ARN, porque el ARN tiene propiedades enzimáticas y un minúsculo indicio de réplica*. Esta ha sido muy popular. Sin embargo, aunque un químico bien preparado puede hacer ARN en el laboratorio, no parece que ello fuera posible en la Tierra primordial antes de que hubiera vida alguna. El bioquímico Gerald F. Joyce, especialista en esta área, pese a seguir mostrando sus simpatías por el modelo del ARN, advierte que «hay un hombre de paja tras otro para llegar al punto en que el ARN sea una primera biomolécula viable». <sup>43</sup> Además, igual que ocurre en las otras sugerencias dadas más arriba, ¿de dónde va a salir la información específica necesaria para la vida? (7) *Si es tan difícil que la vida comience en la Tierra, ¿por qué no pensar que llegó desde algún punto del espacio exterior, tras viajar quizá en un cometa o en una partícula de polvo?* Pero esto sirve de bien poco, porque simplemente traslada el mismo problema a otro lugar. Las mismas improbabilidades y los mismos problemas que encontramos en la Tierra tenemos que afrontarlos también en cualquier otro lugar. Las siete sugerencias alternativas tienen problemas serios y ninguna logra explicar en absoluto el origen de la vasta información integrada que encontramos en el ADN, que tan esencial es para el funcionamiento y la reproducción de incluso el más simple organismo independiente que conocemos.

Algunos de los datos presentados más arriba han generado una de las mayores conmociones a la que se ha enfrentado la comunidad erudita en mucho tiempo. El legendario filósofo británico Antony Flew ha escrito casi dos docenas de libros sobre filosofía, lleva siendo para los ateos todo un paladín emblemático durante décadas, y se ha dicho de él que es el ateo filosófico más influyente del mundo. Sin embargo, recientemente ha llegado a la conclusión de que parte de la evidencia del terreno científico es muy convincente,

43. La cita está tomada de R. Irion, "RNA can't take the heat" [El ARN no da la talla], *Science* 279 (1998): 1303. Véase también G. F. Joyce, "RNA evolution and the origin of life" [La evolución del ARN y el origen de la vida], *Nature* 338 (1989): 217-224.

y ha alterado su punto de vista, pasando del ateísmo a creer que hay involucrado algún tipo de Dios para explicar lo que la ciencia está descubriendo. Según sus propias palabras, tuvo «que ir a donde lleva la evidencia». Señala que «los argumentos más impresionantes de la existencia de Dios son aquellos que son apoyados por los descubrimientos científicos recientes». Flew se refiere al preciso ajuste del universo, y en particular a la capacidad reproductora de los seres vivos, y señala que los evolucionistas «deben dar alguna explicación» de tales cosas. Además, «ahora me parece que los hallazgos de más de cincuenta años de investigación sobre el ADN han proporcionado material para un argumento nuevo y enormemente pujante a favor del diseño». <sup>44</sup> Aunque Flew no ha adoptado una religión tradicional, ha renunciado al ateísmo debido a la propia naturaleza de los datos científicos.

## Resumen

Una de las cuestiones más profundas que afrontamos es cómo se originó la vida. Pasteur demostró que la vida proviene únicamente de vida anterior. Desde entonces, una auténtica pléthora de científicos lleva investigando cómo la vida podría haber surgido por sí misma, pero tal empeño no ha sido una búsqueda particularmente fructífera. Estamos descubriendo que una “simple” célula es inmensamente más compleja de lo que nadie podría haber imaginado, y que aún nos queda mucho por aprender.

Los científicos han tenido cierto éxito en la creación de moléculas orgánicas simples, como los aminoácidos, en lo que se supone que son las condiciones primigenias de la Tierra. Sin embargo, la relación de sus experimentos de laboratorio con lo que podría haber ocurrido realmente en una Tierra desnuda y vacía es de dudosa autenticidad. Aparte de este éxito cuestionable, la evolución

---

44. Antony Flew y G. R. Habermas, “My pilgrimage from atheism to theism: A discussion between Antony Flew and Gary Habermas” [Mi peregrinaje del ateísmo al teísmo: Un debate entre Antony Flew y Gary Habermas], *Philosophia Christi* 6/2 (2004): 197-211; véase también Antony Flew y R. A. Varghese, *There is a God: How the world's most notorious atheist changed his mind* [Hay un Dios: Cómo cambió de opinión el ateo más notorio del mundo] (Nueva York: Harper One, 2007).

química ha topado con multitud de problemas insuperables. La ciencia no ha hallado evidencia alguna de la sopa orgánica primordial en el propio registro geológico. Las moléculas necesarias para la vida son demasiado delicadas como para sobrevivir a los rigores de una Tierra primitiva. Los experimentos que producen biomoléculas simples no proporcionan la configuración óptica requerida, y en ellos aparecen mezcladas con todo tipo de moléculas innecesarias y dañinas. ¿Cómo se seleccionaron solo las apropiadas? Nada parece facilitar la información específica necesaria para las macromoléculas, como las proteínas y el ADN.

Muchos factores interdependientes, como los encontrados en el código genético, la síntesis del ADN y las rutas metabólicas, suponen un reto para la idea de que tales cosas se hubieran podido desarrollar gradualmente, con un valor evolutivo de supervivencia en cada etapa, hasta que se encontraran presentes todos los factores necesarios. Los modelos alternativos son poco realistas o resultan insatisfactorios, e ignoran por completo el hecho de que la vida requiere muchísima información coordinada. También está la cuestión de formar todas las partes de una célula y lograr que esas partes se reproduzcan. Todos los cálculos matemáticos indican probabilidades en esencia imposibles. El investigador Dean Overman esboza el dilema evolucionista: «Basándonos en la religión, podemos escoger creer en las teorías de la autoorganización, pero tal creencia debe basarse en las suposiciones metafísicas de cada cual, no en la ciencia ni en las probabilidades matemáticas».<sup>45</sup>

La incapacidad de la evolución química de presentar un modelo factible y el empeño de los científicos en procura de uno cuestionan seriamente el ejercicio actual de la ciencia. Muchos científicos tienen fe en modelos del origen de la vida contruidos atendiendo a una multitud de propuestas esencialmente imposibles, pero se niegan a tomar en consideración la fe en algún diseñador cósmico. ¿Por qué? ¿Revela tal conducta un prejuicio contra Dios en el pensamiento científico actual? ¿Evita esa actitud que la ciencia encuentre toda la verdad? Toda una muestra de sesgo.

---

45. Overman, *op. cit.*, pp. 101, 102. [Véase la nota 19.]





# 4

## *La perplejidad ante la complejidad*

*El reto de dilucidar plenamente cómo se ensamblan los átomos por sí solos —aquí en la Tierra y quizá en otros mundos— para constituir seres vivos lo bastante intrincados como para reflexionar sobre su origen es más desalentador que cualquier otra cosa en el campo de la cosmología.<sup>1</sup>*

Sir Martin Rees, Real Astrónomo de Su Majestad

### **Tragedia**

La noticia era mala, y pocos días después había de ser aún peor. Mi amigo Lloyd se había quedado trabajando hasta muy tarde, y, bien entrada la noche, se puso al volante hacia la facultad. El camino todavía sería largo. Estaba agotado y, mientras conducía por una carretera comarcal poco transitada, el cansancio se apoderó de él y su automóvil, a la deriva, se precipitó en un arroyo. Sobrevivió a la terrible experiencia, pero pronto supimos que sus heridas eran sumamente graves. El accidente le había cortado los nervios de la parte inferior de la médula espinal y ya no podría mover las piernas. Quedaría confinado a una silla de ruedas el resto

---

1. Martin Rees, *Just six numbers: The deep forces that shape the universe* (Nueva York: Basic Books, 2000), p. 19. Disponible traducción de Fernando Velasco, *Seis números nada más* (Madrid: Debate, 2001).

de su vida. La recuperación, si así se puede llamar, fue sumamente lenta. Afortunadamente, no era una persona del montón, y tomó la decisión de que sus problemas no iban a convertirlo en una carga para la sociedad. Su poderosas facultades mentales y su perseverancia lo sostuvieron todos los años que pasó en la universidad y durante las décadas que siguieron. Realizó un trabajo admirable como profesor, capellán y redactor. Pero el accidente no fue el punto final de sus problemas físicos. Al tener cortados los nervios, sus piernas fueron un constante foco de molestias, hasta que, cinco años después, hizo que se las amputaran.

## **Partes interdependientes**

El problema que tuvo Lloyd en las piernas después de su lesión en la médula espinal ilustra las dependencias mutuas de las partes de los seres vivos. Los músculos de las piernas de Lloyd no podían funcionar sin nervios que enviaran los impulsos que los hacen contraerse. Además, los nervios por sí solos no tendrían función sin músculos que respondan a los impulsos enviados, y, tanto los unos como los otros serían inútiles sin un complejo sistema de control ubicado en el cerebro que determine cuándo es deseable un movimiento y que envíe, por ende, un estímulo apropiado para contraer los músculos. Esas tres partes —los mecanismos músculo-esquelético, nervioso y de control— sirven de ejemplo simple de componentes interdependientes. Ninguno de ellos puede funcionar si no están presentes todas las partes. En el caso de mi amigo, faltaba la parte nerviosa y, debido a ello, sus piernas eran no solo inútiles, sino un estorbo del que decidió deshacerse.

Como de costumbre, estamos simplificando muchísimo las cosas. En realidad, en nuestro ejemplo necesitamos partes aún más vitales, como las estructuras especiales que transfieren el impulso nervioso desde los nervios a los músculos. Segregan un producto químico específico que es recogido por un receptor especial que hay en el músculo, y ese receptor, al ser estimulado, cambia la carga eléctrica de las fibras del músculo y hace que se contraigan. Y podríamos citar muchas partes adicionales de este complejo sistema.

Tal como están ensamblados estos sistemas, los nervios pueden originarse en un centro específico, pero se precisa un plan que asocie cada músculo con el mecanismo de control oportuno, hecho que complica el panorama. Las finísimas fibras alargadas que forman parte de las células nerviosas y que transportan los impulsos nerviosos pueden tener más de un metro de longitud; no obstante, tienen un diámetro de una milésima de milímetro. Para lograr que estas fibras unicelulares alargadas funcionen debidamente, hay sistemas especiales de transporte que llevan productos químicos de un extremo a otro a lo largo de toda la célula.<sup>2</sup> Tampoco los músculos son estructuras simples. Nuestra fuerza muscular es consecuencia de muchos miles de unidades que contienen minúsculas moléculas proteínicas que recorren longitudinalmente las fibras con el fin de estirar y contraer los músculos que dan movimiento a la mayor parte de los 206 huesos de nuestro cuerpo.

El control de la actividad muscular es también algo muy complejo, pues hay partes importantes del cerebro y de la médula espinal que regulan los más de seiscientos músculos del cuerpo. Muchos movimientos conllevan la acción coordinada de varios músculos a la vez. Sin dirección adecuada puede haber espasmos musculares, así como otras afecciones graves, como la parálisis cerebral o la epilepsia. Para facilitar la suavidad del movimiento, el cuerpo dispone de estructuras ahusadas que, desde su interior, vigilan constantemente el funcionamiento de los músculos. Tales husos son especialmente abundantes en los músculos que controlan movimientos precisos, como los que flexionan los dedos. Los husos tienen dos tipos de fibras musculares modificadas que mantienen la tensión para que los nervios sensoriales especiales de las fibras puedan verificar la longitud, la tensión y el movimiento del músculo. Al tratarse de algo así como sistemas musculares en miniatura dentro de los propios músculos, tienen su propio conjunto de partes interdependientes. No todas las partes de los husos dependen de todos los demás

---

2. B. J. Schnapp et al., "Single microtubules from squid axoplasm support bidirectional movement of organelles" [Los microtúbulos sencillos del axoplasma del calamar permiten el movimiento de los orgánulos], *Cell* 40 (1985): 455-462.

componentes, pero la mayoría, si no todas, dejan de funcionar si no está presente algo más.

Un sistema de alarma antirrobo también ilustra las partes interdependientes. Ya esté en un automóvil o en una casa, precisa ciertas partes básicas. Hay que contar con: (1) un sensor que detecte a los intrusos; (2) cables (o un transmisor) para establecer la comunicación con un sistema de control; (3) un sistema de control; (4) una fuente de energía; (5) cables para enviar una señal a una alarma; y (6) una alarma, que, normalmente, es una sirena. Como en el ejemplo de los mecanismos muscular, nervioso y de control, y en varios ejemplos dados en el capítulo anterior, se trata de sistemas de partes interdependientes: el conjunto no funciona hasta que estén presentes todos los componentes necesarios. Representan una complejidad irreducible,<sup>3</sup> también denominada a veces estructura irreducible.<sup>4</sup>

Con el término ‘complejidad’ nos referimos específicamente a sistemas como una alarma antirrobo que tienen partes interdependientes. No quiere decir lo mismo que ‘complicado’. Hay muchas cosas que pueden ser complicadas pero que no son complejas, dado que sus partes no están relacionadas con las demás y no dependen de las demás. Por ejemplo, un reloj mecánico con ruedecillas dentadas que giran y engranan entre sí es complejo: consta de partes interdependientes, necesarias para el adecuado funcionamiento del artilugio. Por otra parte, un montón de tierra puede ser muy complicado, pues tiene muchas más partes que un reloj, pero no es complejo, porque las partes no son interdependientes. Las páginas de diversos documentos metidos en una papelería pueden ser complicadas, pero las páginas de una novela son complejas, al estar relacionadas entre sí y tener dependencias mutuas conforme se va desarrollando la trama de la novela.

Las cosas complejas son complicadas, pero no es preciso que las cosas complicadas sean complejas si las partes no tienen conexión

---

3. Michael J. Behe, *La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica a la evolución* (Barcelona, Buenos Aires, México DF, Santiago de Chile: Andrés Bello; 1999).

4. Michael Polanyi, “Life’s irreducible structure” [La estructura irreducible de la vida], *Science* 160 (1968): 1308-1312.

real con las demás, ni relaciones mutuas. En la gran cuestión de si la ciencia está descubriendo a Dios es importante distinguir entre lo complejo y lo complicado. Desgraciadamente, hay muchas personas, incluidos algunos científicos, que confunden ambos términos. La mayoría de los sistemas biológicos son complejos. Como en nuestro ejemplo de músculos, nervios y un mecanismo de control, tienen muchas partes interdependientes que resultan inútiles a no ser que también estén presentes otras partes necesarias relacionadas.

Hace dos siglos, el filósofo inglés William Paley (1743–1805), especialmente interesado en la ética, publicó un famoso libro titulado *Natural Theology*,<sup>5</sup> que se convirtió en un auténtico icono filosófico popular, pues se hicieron muchas ediciones del mismo. El libro era la respuesta a sugerencias de que la vida se pudiera haber originado por sí misma y de que no había Dios. Paley argumentaba que los seres vivos tenían que tener algún tipo de hacedor, y llegó a esa conclusión mucho tiempo antes de que tuviésemos la menor idea de lo sumamente complejos que eran. Su ejemplo más famoso versa acerca de un reloj. Señaló que si, andando, tropezásemos con una piedra, probablemente no podría explicar cómo se originó. En cambio, si encontráramos un reloj en el suelo, llegaríamos de inmediato a la conclusión de que el reloj tenía un hacedor. Lo había montado alguien que comprendía su construcción y su uso. Puesto que la naturaleza es más intrincada que un reloj, también ella tiene que tener un hacedor. Además, defendía que puesto que un instrumento como un telescopio tenía un diseñador, tenía que ocurrir lo mismo en el caso de algo tan complejo como los ojos. Paley planteó un reto a la idea de que el avance evolutivo era resultado de una multitud de cambios pequeños, e ilustró su punto de vista refiriéndose a la estructura indispensable, denominada epiglotis, que los seres humanos tenemos en la garganta. Cuando tragamos, evita que la comida y la bebida entren en los pulmones cerrando la tráquea. Si la epiglotis se hubiese desarrollado gradualmente a lo largo de mucho tiempo, habría sido inútil la mayor parte

5. William Paley, *Natural theology; or, evidences of the existence and attributes of the deity* [Teología natural; o evidencias de la existencia y los atributos de la deidad], 11ª ed. (Londres: R. Faulder and Son, 1807).

de las veces, puesto que no cerraría la tráquea hasta que hubiese alcanzado su pleno tamaño por medio de la evolución.

Hace mucho que sus argumentos son objeto de crítica, y hay personas que afirman a menudo que Darwin y su concepto de la selección natural dieron buena cuenta de los ejemplos de Paley. En su libro *El relojero ciego*, Richard Dawkins, famoso profesor de Oxford, aborda en especial el ejemplo del reloj, y señala que es «erróneo, gloriosa y rotundamente erróneo». También dice que el «único relojero que existe en la naturaleza es la fuerza ciega de la física», y añade que «Darwin posibilitó ser ateo completo intelectualmente hablando».<sup>6</sup> Sin embargo, los recientes avances de la biología moderna, al revelar una amplia gama de sistemas interdependientes, han hecho que muchos se pregunten si Paley y su ridiculizado reloj no habrán dado en el clavo.

## **¿Puede la evolución explicar la complejidad?**

La evolución ha sido incapaz de dar una explicación satisfactoria del desarrollo gradual de los sistemas complejos compuestos de partes interdependientes. Por el contrario, el proceso mismo que supuestamente impulsa la evolución puede en realidad interferir con el desarrollo de la complejidad. En 1859 Charles Darwin publicó su obra seminal *El origen de las especies*. Proponía que la vida evolucionó de formas simples a formas avanzadas, un paso minúsculo cada vez, mediante un proceso que denominó selección natural. Razonaba que los organismos varían constantemente, y que la reproducción excesiva lleva a que compitan unos con otros para obtener alimento, espacio y otros recursos. En tales condiciones, los organismos que tengan alguna ventaja sobreviven más fácilmente que los inferiores. Así tenemos el avance evolutivo por la supervivencia del más apto.

A primera vista, el sistema puede parecer perfectamente razonable, y es aceptado de forma generalizada, aunque algunos evolucionistas optan solo por los cambios, sin selección natural de ningún tipo que eche una mano. La supervivencia del más apto debería

---

6. Richard Dawkins, *El relojero ciego* (Barcelona: RBA, 1993), pp. 25, 26, 27.

eliminar los organismos débiles y aberrantes, pero no explica la evolución de sistemas complejos con partes interdependientes. Tales sistemas no funcionan, ni tienen valor de supervivencia, hasta que estén presentes *todas* las subunidades necesarias. En otras palabras, la selección natural actúa para eliminar los organismos inferiores, pero no puede diseñar sistemas complejos. Además de eso, la selección natural no es un proceso que apoye necesariamente el concepto de evolución. Sería de esperar la supervivencia de los organismos más aptos, hayan evolucionado o hayan sido divinamente creados.

En la actualidad los científicos atribuyen la variación que vemos en los organismos a mutaciones que representan cambios más o menos permanentes en el ADN. Estamos descubriendo que hay una variedad de factores que causan tales mutaciones. El interés científico está dejando de centrarse en cambios minúsculos en una o varias bases de ADN para abordar el estudio de la actividad de elementos trasponibles que a veces consisten en miles de bases. Tales segmentos se desplazan, a veces de forma muy marcada, de una parte del ADN a otra, e incluso entre organismos. Los cambios que producen pueden ser útiles de cara a la aportación de variedad, pero también pueden ser dañinos. Otros científicos también se fijan en otros tipos de mecanismo como fuente de variación, como los cambios que se dan en los genes de control que dirigen el desarrollo (*genes homeobox*).<sup>7</sup> Estamos ante una rama de la biología en la que aún tenemos mucho que aprender. Tanto los creacionistas como los evolucionistas reconocen que las mutaciones ocurren y que causan cambios secundarios denominados microevolución. Los evolucionistas también creen en cambios mucho mayores denominados macroevolución, mientras que los creacionistas tienden a rehuir ese concepto. La evidencia en apoyo de la microevolución es firme, pero no ocurre lo mismo con la macroevolución.

Aunque no cabe duda de que, efectivamente, la microevolución se da en cierta medida, es posible que algunos de los ejemplos comunes que se emplean para describirla no sean lo que se pretende

7. J. H. Schwartz, *Sudden origins: Fossils, genes, and the emergence of species* [Orígenes repentinos: Los fósiles, los genes y el surgimiento de las especies] (Nueva York: John Wiley and Sons, Inc., 1999), pp. 12, 13.



que son. El principal ejemplo, que aparece ilustrado en la mayoría de los libros de texto básicos de biología, es el cambio en la proporción entre polillas moteadas claras y oscuras en Inglaterra. A veces se llama «mutación»,<sup>8</sup> y algunos autores se refieren a él como un «llamativo cambio evolutivo».<sup>9</sup> Pero resulta que probablemente no sea ninguna de las dos cosas. El entorno contaminado oscureció los árboles durante la revolución industrial al matar los líquenes de color claro que había en su corteza. Cuando esto ocurrió, parece que aumentó la proporción de las polillas moteadas oscuras. Las polillas oscuras recibían más protección porque resultaban menos visibles a los depredadores. Cuando los árboles empezaron a tener tonalidades más claras en el último medio siglo, la proporción de polillas moteadas claras parece haber aumentado. Sin embargo, el ejemplo se ha topado recientemente con desafíos científicos serios.<sup>10</sup> Los estudios realizados en otras zonas presentan resultados discordantes, y ahora los investigadores consideran que el experimento original no fue en absoluto representativo de las condiciones normales. Además, parece que las poblaciones de polillas simplemente cambian las proporciones de genes que ya existen.

Cuando se prueban nuevos insecticidas, acaban con la mayor parte de los insectos, pero siempre sobreviven algunos ejemplares atípicos, que se reproducen y reivindicán su territorio. Son resistentes a los productos químicos empleados y, dado que se enfrentan a una competencia menor, se produce una rápida reproducción hasta que se vuelven dominantes.

El mismo tipo de situación parece darse a menudo en el “desarrollo” de la resistencia a los antibióticos por parte de los gérmenes, situación de la que se informa a menudo. Según parece, nuestros “nuevos” supergérmenes, no afectados por muchos antibióticos, han estado ahí resistiendo

---

8. Por ejemplo, Carl Sagan, *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana* (Barcelona: Crítica, 1993), p. 31.

9. W. T. Keeton, *Biological science* [Ciencia biológica] (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1967), p. 672.

10. En cuanto a los muchos problemas de este escenario, véase J. Wells, *Icons of evolution: Science or myth? Why much of what we teach about evolution is wrong* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito? Por qué está mal gran parte de lo que enseñamos sobre evolución] (Washington, D.C.: Regnery Publishing, Inc., 2000), pp. 137-157.

a los antibióticos desde hace mucho tiempo, y son en realidad organismos muy comunes.<sup>11</sup> Los antibióticos también son abundantes, pues proceden de organismos que viven en el suelo. Ahora los supergérmenes tienden a invadirnos con más frecuencia principalmente porque hemos aumentado su abundancia relativa al usar demasiados antibióticos para acabar con sus homólogos más susceptibles.

Hay científicos de primera fila que han cuestionado el concepto de que los tres ejemplos que acabamos de dar representen mutaciones o avances evolutivos recientes.<sup>12</sup> Parece que los genes que permiten los “cambios” no tienen nada de novedoso, y que los casos no son una manifestación de la evolución rápida, como a veces se afirma. Los genes ya estaban presentes en un número reducido en las diversas poblaciones y *únicamente cambiaron las proporciones* por la respuesta de la selección natural a los cambios en el entorno.

Para que se dé un avance evolutivo se precisa nueva información genética, no simplemente cambios en las proporciones de genes preexistentes, como parece que ocurre por sistema en los casos de las polillas, de los insecticidas y de los antibióticos. Las mutaciones que conllevan cambios reales con información nueva en el ADN ocurren de hecho,<sup>13</sup> y la selección natural puede favorecer algunas de ellas, y en algunos casos también ellas pueden dar como resultado la resistencia a los antibióticos. Los virus que causan la gripe y el sida son notorios por los cambios rápidos que experimentan, pero

- 
11. V. M. D’Costa et al., “Sampling antibiotic resistance” [Muestreo de la resistencia a los antibióticos], *Science* 311 (2006): 374-377.
  12. C. F. Amábile-Cuevas, “New antibiotics and new resistance” [Antibióticos nuevos y nueva resistencia], *American Scientist* 91 (2003): 138-149; Francisco J. Ayala, “The mechanism of evolution” [El mecanismo de la evolución], *Scientific American* 239/3 (1978): 56-69; T. H. Jukes, “Responses of critics” [Respuestas de los críticos], en P. E. Johnson, *Evolution as dogma: The establishment of naturalism* [La evolución como dogma: El establecimiento del naturalismo] (Dallas, Texas: Houghton Pub. Co., 1990), pp. 26-28. Más detalles en K. L. Anderson, “Is bacterial resistance to antibiotics an appropriate example of evolutionary change?” [¿Es la resistencia bacteriana a los antibióticos un ejemplo apropiado de cambio evolutivo?], *Creation Research Society Quarterly* 41 (2005): 318-326.
  13. B. G. Hall, “Evolution on a Petri dish” [La evolución en una placa de Petri], en M. K. Hecht, B. Wallace, G. T. Prance, eds., *Evolutionary Biology* [Biología evolutiva] (Nueva York: Plenum Press, 1982), tomo 15, pp. 85-150. Para una evaluación perspicaz de la significación de este informe, véase S. D. Pitman, “Why I believe in creation” [Por qué creo en la creación], *College and University Dialogue* 17/3 (2005): 9-11.

se trata únicamente de variaciones de menor entidad,<sup>14</sup> no complejos diseños novedosos. También parece que los organismos, incluidos los más simples, poseen muchos sistemas protectores variados, como ilustran nuestros tres ejemplos. Tales sistemas convierten la vida en la Tierra en algo persistente, pero puede que no representen ningún avance evolutivo novedoso. Muchos de los ejemplos propuestos de adaptación evolutiva rápida no son tal cosa.

Las mutaciones son notablemente perjudiciales. Una proporción que se menciona a menudo es que se da únicamente una mutación beneficiosa de cada mil dañinas, pero en realidad no disponemos de datos sólidos al respecto. Sin embargo, no cabe duda de que, en lo que respecta a las mutaciones aleatorias, la selección natural tiene que vérselas con muchos más cambios dañinos que positivos. La evolución precisa ir en la dirección de las mejoras, no de la degeneración. Teniendo esto en cuenta, algunos cálculos suscitan el interrogante de cómo la raza humana ha logrado tan siquiera sobrevivir tanto tiempo a pesar de probabilidades tan adversas.<sup>15</sup> Cabría esperar que casi cualquier tipo de cambio aleatorio accidental, como una mutación, fuese dañino, puesto que estamos ante seres vivos complejos. Los cambios en tales sistemas normalmente provocan que no trabajen tan bien o que dejen de funcionar por entero. Cambiar un solo aspecto de un sistema complejo puede ser perjudicial para otras partes que dependen del funcionamiento de la parte alterada. A modo de ilustración, ¿cuántas mejoras esperarías el lector que se produjeran, mediante la inserción de cambios tipográficos accidentales, en la página que está leyendo? Cuantos más se introduzcan, peor quedará. Cuanto más complejo es un sistema, más difícil es cambiarlo de modo que siga funcionando.<sup>16</sup>

---

14. Véase, por ejemplo, H. Chen et al., "H5N1 virus outbreak in migratory waterfowl" [Brote del virus H5N1 en aves acuáticas migratorias], *Nature* 436 (2005): 191, 192.

15. T. Beardsley, "Mutations galore: Humans have high mutation rates. But why worry?" [Mutaciones a mansalva: Los humanos tenemos tasas de mutación elevadas. Pero, ¿por qué preocuparse?], *Scientific American* 280/4 (1999): 32, 36; M. W. Nachman y S. L. Crowell, "Estimate of the mutation rate per nucleotide in humans" [Cálculo de la tasa de mutación por nucleótido en humanos], *Genetics* 156 (2000): 297-304.

16. D. J. Futuyma, *Evolutionary biology* [Biología evolutiva], 3ª ed. (Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1998), p. 684.

Uno de los retos más importantes que afronta el modelo evolutivo es su incapacidad para explicar cómo pudieron evolucionar los órganos y los organismos complejos con partes interdependientes. El problema básico es que las mutaciones aleatorias no pueden planificar las cosas de antemano para diseñar gradualmente sistemas intrincados, y la aparición de una multitud del tipo adecuado de mutaciones, surgidas todas a la vez, es poco plausible. Si cosas así de complejas tuvieran que producirse gradualmente, el proceso mismo propuesto por Darwin de la selección natural mediante la supervivencia del más apto tendería a evitar su evolución. Hasta que se hayan ensamblado todas las partes necesarias de un sistema complejo, de modo que el sistema pueda funcionar de verdad, este carece de valor de supervivencia. Antes de que tal cosa suceda, las partes adicionales sin función de un sistema incompleto en desarrollo son inútiles, todo un engorroso impedimento. Cabría esperar que la selección natural se deshiciera de tales cosas. Por ejemplo, ¿qué valor de supervivencia tendría que comenzase a evolucionar un nuevo músculo esquelético sin un nervio que lo estimulase para contraerlo, y qué propósito tendría un nervio sin un intrincado mecanismo de control para darle el estímulo necesario?

En los sistemas con partes interdependientes, en los que nada funciona hasta que estén presentes todos los componentes necesarios, la selección natural eliminaría a los organismos inadaptados con partes adicionales inútiles. Eso precisamente parece ocurrir en los casos de degeneración o pérdida de ojos en especies de peces y de arañas que viven en la completa oscuridad de cuevas en las que sus ojos son inútiles. Como las piernas de mi amigo, mencionado antes, las cuales dejaron de servir cuando un accidente seccionó sus nervios, se trata de partes sin las cuales se está mejor. A modo de analogía rudimentaria, es más probable ganar una carrera ciclista con una motocicleta que carezca de motor que con una que tenga la mayor parte de un pesado motor, pero no las necesarias para que funcione. Para que la selección natural preserve una estructura, el cambio biológico tiene que tener alguna superioridad

que suponga un valor de supervivencia, pero los sistemas parciales no funcionales no tienen valor alguno: son un exceso de equipaje inútil. Resulta que el proceso evolutivo propuesto de la supervivencia del más apto puede eliminar los organismos débiles, pero no puede planificar las cosas de antemano para formar nuevos sistemas complejos, y tendería a eliminar los sistemas complejos que se estuviesen desarrollando gradualmente, puesto que no tendrían valor alguno de supervivencia hasta que estuviesen presentes todas las partes necesarias.

No siempre es posible determinar si es esencial cierta parte o cierto proceso de un sistema complicado, y los investigadores han sugerido muchas ventajas evolutivas para situaciones extrañas. Por ejemplo, ciertos evolucionistas sugieren que la razón por la que a algunos animales desarrollaron alas gradualmente es que las extremidades anteriores de algunos animales se usaron primero para bajar planeando de los árboles antes de que dichos animales desarrollaran el poder del vuelo propulsado. Hay otros evolucionistas que discrepan completamente, pues proponen que el vuelo evolucionó en animales terrestres que se desplazaban por desplazarse cada vez más aprisa al perseguir a sus presas.<sup>17</sup> Resulta curioso que en las presentaciones de los evolucionistas apenas reciba seria consideración la marcada desventaja de la pérdida del uso de buenas extremidades anteriores en su cambio gradual en su paso por etapas en que no eran ni patas de verdad ni alas. La especulación es un ejercicio fácil de realizar, y cualquiera puede postular la utilidad de casi cualquier cosa. Si alguien se encuentra con una explanadora en medio de una cancha de tenis, ¿podría afirmar que está ahí para añadir variedad al juego! El problema está en la autenticación. Es preciso que identifiquemos, en una medida mucho mayor de lo que acostumbramos, qué es hecho y qué es interpretación.

Los científicos llevan tiempo preocupados por el problema que la complejidad plantea a la evolución. Un artículo publicado en la revista *Nature* intenta demostrar cómo la evolución puede explicar

---

17. En el capítulo 6 se presenta esta cuestión con más detalle.

el origen de «rasgos complejos». <sup>18</sup> Pero esa sugerencia tiene serios problemas, <sup>19</sup> uno nada desdeñable de los cuales es que existe una enorme brecha entre los sencillos “organismos digitales” programados en el ordenador usado para el estudio y los organismos vivos reales que existen en un entorno normal. Los autores pudieron dar con algunas ventajas evolutivas simples usando secuencias definidas arbitrariamente como beneficiosas. Este tipo de ejercicio representa más bien un diseño inteligente que cambios aleatorios producidos por sí mismos en una naturaleza desnuda, que es lo que postula la evolución. Los investigadores han usado otros programas informáticos para intentar explicar la evolución de la complejidad, pero ha habido biólogos de primera fila que han criticado tales tentativas por ser demasiado simplistas y por no tener ninguna afinidad con el mundo realmente complicado de la biología. <sup>20</sup>

Algunos evolucionistas prominentes, entre los que se cuentan Douglas Futuyma <sup>21</sup> (de la Universidad de Míchigan y del campus de la Universidad Estatal de Nueva York sito en Stony Brook) y otros, también han abordado el problema de la evolución de la complejidad. Sus sugerencias no son muy alentadoras. Algunos proponen que la selección natural es la solución, pero, como ya hemos visto, tal cosa tendería a eliminar las fases en desarrollo aún no funcionales de los sistemas en vías de evolución con partes interdependientes. Otros han defendido que los sistemas simples pueden evolucionar gradualmente hasta transformarse en sistemas complejos. Un ejemplo usado habitualmente es que hay tipos de ojos simples, más complejos y muy complejos en una variedad de ani-

18. R. E. Lenski et al., “The evolutionary origin of complex features” [El origen evolutivo de los rasgos complejos], *Nature* 423 (2003): 139-144.

19. Véase, por ejemplo, S. D. Pitman, “Computers and the theory of evolution” [Los ordenadores y la teoría de la evolución], <http://www.naturalselection.0catch.com/Files/computerevolution.html>. (Consultado el 20 de marzo de 2005.)

20. J. Horgan, “From complexity to perplexity” [De la complejidad a la perplejidad], *Scientific American* 272/6 (1995): 104-109; R. Lewin, *Complexity: Life at the edge of chaos* [La complejidad: La vida al borde del caos] (Nueva York: Collier Books, Macmillan Pub. Co., 1992); N. Oreskes, K. Shrader-Frechette y K. Belitz, “Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences” [Verificación, validación y confirmación de modelos numéricos en las ciencias terrestres], *Science* 263 (1994): 641-646.

21. Futuyma, *op. cit.*, pp. 681-684, 761. [Véase la nota 16.]

males. Supuestamente, tal variación ilustra cómo los ojos pueden transformarse gradualmente en ojos más complejos. Pero la sugerencia pasa por alto los hechos de que los ojos simples se basan en principios distintos de los más avanzados, amén de que estos tienen características complejas como el enfoque automático y sistemas reguladores de la apertura que tienen muchas partes interdependientes que no funcionarían hasta que todas estuvieran presentes. La solución propuesta es demasiado simplista cuando se la compara con los hechos. Otra explicación evolucionista propuesta de la complejidad es que la evolución ha modificado ciertas estructuras complejas para producir otras estructuras con una función diferente.<sup>22</sup> Esto es una petición de principio sobre el origen de la complejidad, porque en este modelo se precisa un sistema complejo con el que empezar. Por lo tanto, la evolución no cuenta con ningún mecanismo válido para abordar el problema de la complejidad.

Además, podemos hacernos esta pregunta: Si la evolución de la complejidad es una realidad, ¿a qué se debe que, cuando estudiamos el millón largo de especies vivas en la Tierra, no veamos toda suerte de sistemas complejos que estén en proceso de desarrollo? ¿Por qué no encontramos algún tipo de patas, de ojos, de hígados, etcétera, que estén evolucionando gradualmente en los organismos que aún no los tienen? Se trata de una seria denuncia del concepto de un proceso evolutivo que se alega que es real.<sup>23</sup> Los sistemas complejos plantean varios retos importantes al escenario evolutivo.

## Los sistemas complejos abundan

Hemos descrito anteriormente el complejo proceso por el que las células se replican.<sup>24</sup> La mayoría de los organismos simples, como, por ejemplo, los microbios, se reproducen por lo común mediante la división celular ordinaria, lo que da como resultado dos organis-

---

22. Stephen J. Gould, *The panda's thumb: More reflections in natural history* [El pulgar del panda: Más reflexiones sobre la historia natural] (Nueva York: W. W. Norton and Co., 1980), pp. 19-26.

23. Algunos evolucionistas generalizan y sugieren que en el mundo viviente todo está en proceso de evolucionar. Pero este concepto hace poco por dar respuesta a la falta de órganos en evolución.

24. Véase el capítulo 3.

mos con la misma fórmula de ADN. Los organismos más avanzados normalmente dan origen a la generación siguiente mediante el proceso más complejo de la reproducción sexual, que conlleva un conjunto más extenso de procesos interdependientes o irreducibles. Por ejemplo, formar espermatozoides y óvulos requiere dos divisiones especiales sucesivas. Lo primero conlleva un intercambio de ADN, mientras que lo segundo reduce el número de cromosomas, de modo que cuando finalmente se unen el espermatozoide y el óvulo para dar inicio a un nuevo organismo, vuelve a estar presente la cantidad normal de ADN. El desarrollo de espermatozoides y óvulos y su unión en el proceso de fertilización no son simples. Se requieren muchos pasos sumamente especializados y complejos antes de que el sistema de la reproducción sexual pueda funcionar. Estamos nuevamente ante otro ejemplo de una serie de procesos interdependientes que no cabría esperar que aparecieran de repente, y que no tendrían ningún valor de supervivencia hasta que todos los pasos necesarios hubiesen empezado a funcionar. En consecuencia, no parece que sea posible que la compleja reproducción sexual haya podido evolucionar en ningún momento.

Podríamos proseguir describiendo cientos de sistemas complejos con partes vinculadas entre sí de manera intrincada. Si carecen de un único componente esencial, el sistema en su conjunto resulta inútil. Nuestra capacidad de saborear, de oler, de detectar el calor, etcétera, proviene de sistemas con unidades interdependientes. Por ejemplo, una papila gustativa que tuviéramos en la lengua sería inútil si no tuviera células especiales sensibles a cierto sabor, como, por ejemplo, a la dulzura del azúcar. Pero tales células carecen de valor si la sensación no se transmite al cerebro. En el caso de los seres humanos, la respuesta a lo dulce viaja desde una célula que hay en una papila gustativa de la lengua a través de una célula nerviosa alargada hasta el núcleo gustativo, situado en la base del cerebro. Desde él, va por otra célula nerviosa hasta el tálamo, en el cerebro, y por una tercera célula nerviosa hasta la corteza cerebral, que analiza el estímulo y genera una respuesta, que es también un proceso complejo.



El sistema gustativo es simple en comparación con la capacidad auditiva y de análisis de los sonidos. Nuestros oídos tienen una cóclea o caracol que consiste en muchísimas partes especializadas necesarias e incluye sistemas de realimentación. Es una maravilla de la ingeniería microscópica. El caracol pasa los sonidos detectados a una variedad de células nerviosas especiales que responden a distintos intervalos de los cambios auditivos. Después, otras células nerviosas integran esa información para proceder a un análisis ulterior. Los propios sistemas de análisis constan de muchas unidades interdependientes.

No somos la única cosa compleja; todos los seres vivos son así. La humilde oruga realiza una auténtica proeza cuando se transforma en una grácil mariposa: literalmente, una transformación total. En un contexto evolutivo, ¿podría un proceso así tener algún valor de supervivencia hasta que se hubieran dado todas las mutaciones necesarias para producir una mariposa viable? Desarrollar un sistema alado requiere muchos cambios específicos. ¿Cuántas mutaciones al azar, consistentes en su mayoría en tentativas frustradas, sería de esperar que hubiesen ocurrido? La cantidad sería enorme. Algunos evolucionistas intentan resolver el misterio proponiendo un cruce reproductivo de un tipo de gusano con un tipo de mariposa, pero tal cosa parece del todo imposible.<sup>25</sup> ¿Y por qué no vemos ningún otro tipo de organismo que esté en vías de intentar desarrollar una hazaña tan milagrosa? También podemos preguntarnos cuántos pro-

---

25. Véanse diversas ideas especulativas en L. Margulis y D. Sagan, *Captando genomas: Una teoría sobre el origen de las especies* (Barcelona: Kairós, 2003); D. I. Williamson, *The origins of larvae* [El origen de las larvas], ed. rev. (Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2003); ídem, "Larval transfer and the origins of larvae" [La transferencia larvaria y los orígenes de las larvas], *Zoological Journal of the Linnean Society* 131 (2001): 111-122. Estas fuentes sugiere que el complejo ciclo vital de las mariposas evolucionó por algún tipo de evolución independiente de algunos tipos de gusano y de algunos tipos de mariposa que luego combinaron sus genes mediante la hibridación, dando por resultado un ciclo vital oruga-mariposa. Tal especulación no tiene autenticación experimental de ningún tipo y raya en ciencia de la que se ha destilado todo vestigio de hechos. Además, no aborda el serio problema del origen de toda la nueva actividad genética coordinada, especialmente la formación y la sincronización de las muchas hormonas que hemos descubierto que son necesarias para el éxito del *proceso de conversión* que transforma a la oruga en mariposa. Para interpretaciones y cuestiones más tradicionales, véase B. K. Hall y M. H. Wake, eds., *The origin and evolution of larval forms* [Origen y evolución de las formas larvarias] (San Diego, California: Academic Press, 1999).

cesos interdependientes están en juego cuando una araña diminuta teje una tela perfectamente diseñada.

Cuando nos enfrentamos al hecho del número sobrecogedor de sistemas complejos con muchas partes esencialmente interdependientes, se hace difícil creer que todos ellos surgieron gradualmente por casualidad. Recuérdense que carecen de valor de supervivencia hasta que se completan. Nos enfrentamos a lo que parece una abundancia abrumadora de complejidad irreducible incuestionable. Los datos sugieren decididamente la necesidad de algún tipo de razonamiento perspicaz para producir lo que seguimos descubriendo.

## La persistente polémica en cuanto al ojo

La polémica aún en curso sobre el origen del ojo se mantiene como asunto candente desde hace dos siglos. Quienes creen en un Dios creador afirman que no es plausible imaginar que un instrumento tan complejo como un ojo pudiera surgir por sí mismo; en cambio, los más dados al naturalismo aseveran que podría ocurrir si contamos con tiempo suficiente. Charles Darwin era perfectamente consciente del problema y dedicó varias páginas de *El origen de las especies* al asunto en la sección “Órganos de perfección y complicación extremas”. Introduce el problema con la admisión de que «suponer que el ojo, con todos sus inimitables mecanismos para ajustar su enfoque a distancias diferentes, para admitir distintas cantidades de luz, y para la corrección de las aberraciones esférica y cromática, pudiera haberse formado mediante la selección natural parece, lo confieso abiertamente, absurdo en grado sumo». Después, señala que en todo el reino animal observamos variedades de ojos de todo tipo, desde el punto fotosensible más simple hasta el ojo del águila. Según creía, los cambios diminutos podrían dar como resultado mejoras graduales. Además, afirma que no es irrazonable pensar que «la selección natural, o supervivencia de los más adecuados», actuando a lo largo de millones de años en millones de especímenes, pudiera producir un instrumento óptico «superior a uno de vidrio».<sup>26</sup> Para

26. Charles Darwin, *El origen de las especies* (Madrid: Espasa Calpe, 1998), pp. 230-234.

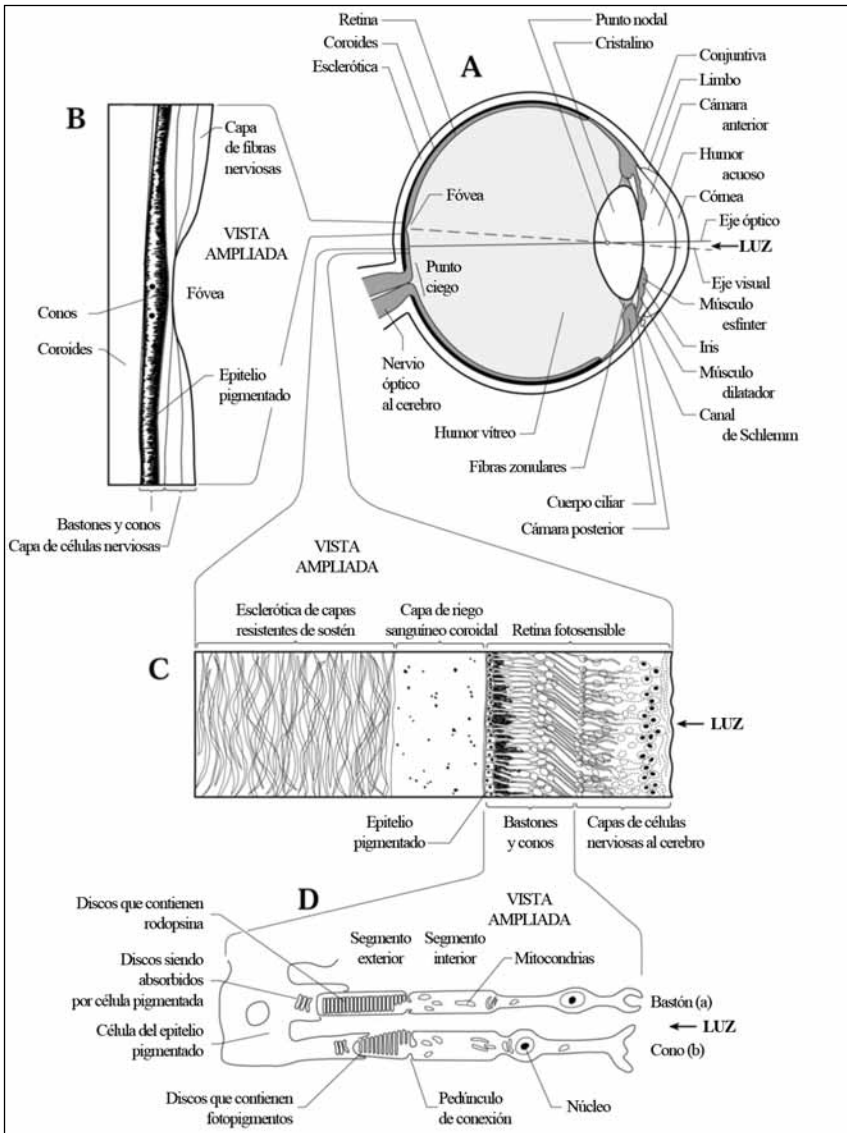
él, el proceso de selección natural que proponía era lo que hacía que los ojos se fueran haciendo más avanzados paso a paso.

Un siglo más tarde, George Gaylord Simpson, prestigioso profesor de la Universidad de Harvard, usaba el mismo tipo de argumento cuando sugería que, puesto que los ojos en todo el abanico que va de lo simple a lo complejo son todos funcionales, tienen que tener valor de supervivencia.<sup>27</sup> Más recientemente, Futuyma y Dawkins, fervientes defensores de la evolución, emplean también el mismo enfoque.<sup>28</sup> Pero toda la argumentación elude el asunto crucial de la falta de valor de supervivencia de los sistemas incompletos, que no funcionan hasta que estén presentes todas las partes interdependientes necesarias. Por ejemplo, la mayoría de los avances evolutivos del ojo, como la capacidad de distinguir los colores, serían inútiles hasta que el propio cerebro pudiera interpretar colores diferentes.<sup>29</sup> Cada proceso tiene dependencias mutuas con el otro para que tenga una función útil. Además, el solo hecho de que podamos poner los distintos ojos en una secuencia que parezca ir de lo simple a lo complejo no es prueba de que evolucionaran unos de otros. Es posible ordenar muchas cosas del universo, como los sombreros de señora (Figura 5.5), de lo simple a lo complejo. Ni que decir tiene que los sombreros han sido diseñados y creados por seres humanos;

27. George Gaylord Simpson, *The meaning of evolution: A study of the history of life and of its significance for man* [El significado de la evolución: Estudio de la historia de la vida y de su significación para el hombre], ed. rev. (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1967), pp. 168-175.

28. Dawkins, *El relojero ciego*, pp. 37-40, 100-111 [véase la nota 6]; Futuyma, *op. cit.*, pp. 682-684 [véase la nota 16].

29. A veces los evolucionistas proponen que habrían evolucionado detectores de diversos colores para potenciar la capacidad global de ver diversos tipos de objetos aunque tuvieran colores diferentes, mejorando así una «constancia cromática». Esto no es lo que consideramos aquí. Nuestra inquietud es la capacidad de distinguir entre colores diferentes y de juntar esa información en el cerebro formando una visión cargada de significado. Véanse T. H. Goldsmith, "The evolution of visual pigments and colour vision" [La evolución de los pigmentos visuales y la visión cromática], en P. Gouras, ed., *The perception of colour* [La percepción del color] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991), pp. 62-89; C. Neumeier, "Evolution of colour vision" [La evolución de la visión cromática], en J. R. Cronly-Dillon y R. L. Gregory, eds. *Evolution of the eye and visual system* [La evolución del ojo y del sistema visual] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991), pp. 284-305.



**Figura 4.1** Estructura del ojo humano. A, corte transversal; B, ampliación de la zona de la fóvea; C, ampliación de la pared ocular; D, ampliación de los bastones (a) y los conos (b) de la retina. Obsérvese que en todos los diagramas la luz procede de la derecha. Hay discos que están siendo absorbidos por la célula pigmentada que hay en el extremo izquierdo de D. Ilustración basada en parte en la Figura 1 de la p. 39 de Richard Dawkins, *El relojero ciego* (Barcelona: RBA, 1993).

¡no evolucionaron por sí mismos de otros sombreros ni de ningún sombrero ancestral común!

Hay muchos animales que tienen algún tipo de “ojo” que detecta la luz. Las estructuras tan fascinantes varían muchísimo. Un simple gusano marino tiene lo que bien podríamos considerar un ojo sumamente avanzado, mientras que el nautilo, popular molusco marino constituido por múltiples celdas, tiene un ojo muy simple. El grado de complejidad de los ojos no sigue un patrón evolutivo. Algunos seres unicelulares (protistas) tienen un simple punto fotosensible. Las lombrices de tierra tienen células fotosensibles, especialmente en los extremos de su cuerpo. Ciertos gusanos marinos pueden tener más de diez mil “ojos” en sus tentáculos, y la humilde lapa tiene un intrigante ojo con forma de copa. Organismos como los cangrejos, algunos gusanos, los calamares, los pulpos, los insectos y los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) tienen ojos que no solo detectan la luz, sino que forman imágenes. Aunque los calamares son un tipo de animal muy distinto de los seres humanos, sus ojos son notablemente similares a los nuestros. Los calamares gigantes, que pueden alcanzar una longitud de 21 metros y descender a grandes profundidades en las que la luz apenas penetra, necesitan grandes ojos para concentrar la máxima posible. Estos gigantes poseen los mayores ojos de los que tengamos noticia. El ojo de un calamar arrastrado a la costa de Nueva Zelanda tenía un diámetro de cuarenta centímetros. ¡Ello es significativamente mayor que los globos terráqueos habituales de treinta centímetros! Un ojo así alberga lo que se calcula que son mil millones de células fotosensibles. Sirva de comparación señalar que nuestros ojos (Figura 4.1A) tienen aproximadamente solo 2,5 centímetros de diámetro.

Los ojos emplean muchos sistemas diferentes para formar imágenes. Los vertebrados (y en ellos estamos incluidos los humanos) cuentan con una lente (llamada cristalino) en la parte frontal del ojo que enfoca la luz entrante en la retina sensible que hay en la parte posterior, lo que da como resultado una imagen nítida. Otros animales, como el nautilo, carecen de lente. En su lugar, un sencillo orificio sirve para concentrar la luz incidente en partes diversas de la

retina. Los insectos forman las imágenes de forma completamente diferente, usando “tubitos” denominados omatidios, o, en latín, *ommatidia* (Figura 4.2), que apuntan en direcciones ligeramente distintas. A continuación, se combina la luz de cada tubo para formar la imagen de conjunto. Las libélulas pueden tener hasta veintiocho mil omatidios en sus saltones ojos. Toda una variedad de sistemas oculares intrincados alternativos tienen sus propios diseños específicos de partes interdependientes, estando entre ellos el sorprendente sistema de un copépodo diminuto, que recuerda a un cangrejo, que forma la imagen de forma un tanto similar a un sistema de televisión: mediante un barrido rápido línea a línea.<sup>30</sup> Este conjunto de diseños tan diferentes y complejos, con todas las partes interdependientes que comporta, es todo un reto para la idea de que pequeños cambios graduales causaron la evolución del ojo.

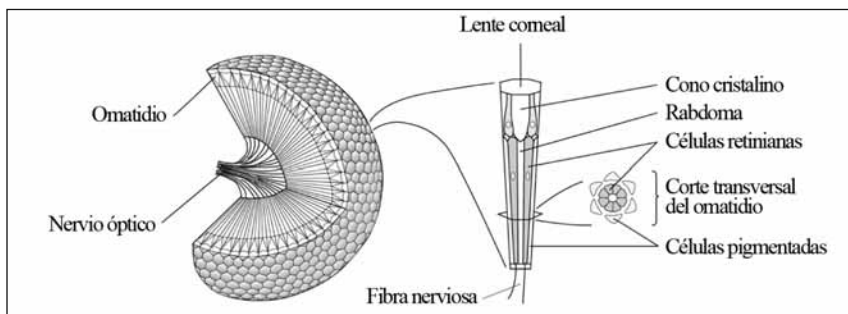
Pasar de un sistema a otro requiere una forma de abordar la conformación de la imagen de conjunto completamente diferente, como podemos ver comparando los ojos de las Figuras 4.1A y 4.2. La mayoría de los evolucionistas reconocen las diferencias fundamentales y proponen que el ojo evolucionó de forma independiente para cada sistema. Pero esto negaría la sugerencia de otros evolucionistas, mencionados anteriormente, de que los ojos complejos evolucionaron de los simples.<sup>31</sup> Los sistemas son tan variados, o aparecen sistemas similares de tipos de grupos animales tan tremendamente diferentes, que *algunos proponen que el ojo haya evolucionado independientemente muchas veces* —no un ojo de otro—, quizá un total de 66 veces.<sup>32</sup>

Por otro lado, los investigadores han descubierto un gen maestro en el ADN de una variedad de organismos que estimula el desarrollo

30. R. L. Gregory, H. E. Ross y N. Moray, “The curious eye of *Copilia*” [El curioso ojo de *Copilia*], *Nature* 201 (1964): 1166-1168.

31. Algunos evolucionistas como D. J. Futuyma (*op. cit.*, p. 683 [véase la nota 16]) y L. V. Salvini-Plawen y E. Mayr (“On the evolution of photoreceptors and eyes” [Sobre la evolución de los fotorreceptores y los ojos], *Evolutionary Biology* 10 [1977]: 207-263) reconocen que el ojo evolucionó muchas veces, y, a la vez, sugieren que el ojo evolucionó dentro de grupos limitados. Su ejemplo, tomado del ojo de los moluscos, presenta cambios relativamente secundarios en el desarrollo ocular y, por lo tanto, hace poco por explicar la evolución desde el punto fotosensible de un protista hasta el ojo de un águila.

32. Salvini-Plawen y Mayr, *art. cit.* [Véase la nota 31.]



**Figura 4.2** Ojo compuesto de un insecto.

Según P. H. Raven y G. B. Johnson, *Biology [Biología]*, 3ª ed. (St. Louis, Misuri: Mosby-Year Book, 1992), p. 831.

del ojo. Los evolucionistas consideran que la presencia generalizada de tal gen refleja una ascendencia evolutiva. En cambio, quienes creen en un Creador ven en el gen la impronta de una mente inteligente que usó eficientemente en diferentes organismos un sistema funcional. Por ejemplo, los científicos pueden tomar de un ratón el gen maestro de control para el desarrollo del ojo, insertarlo en una humilde mosca de la fruta, y provocar el desarrollo de ojos adicionales en las alas, en las antenas y en las patas.<sup>33</sup> Ahora bien, la mosca de la fruta tiene un tipo de ojo muy diferente al del ratón, como vemos ilustrado en las Figuras 4.2 y 4.1A, respectivamente, pero el mismo tipo de gen maestro puede estimular el desarrollo de cualquiera de los dos tipos de ojo. Los biólogos calculan que hay varios miles de genes asociados con el desarrollo embrionario del ojo de la mosca de la fruta. En consecuencia, parece que nos encontramos ante un gen maestro de control que activa muchos genes distintos que provocan la formación de tipos diferentes de ojos en organismos variados. Las diferencias entre los diversos tipos de ojo proceden de los otros genes, muchísimos, y el gen maestro de control sirve de poco para explicar cómo podrían haber evolucionado los diversos tipos de sistemas visuales. El concepto de que algunos genes maestros (“Evo Devo”) simplifiquen el proceso evolutivo se complica en realidad por el descubrimiento de que se

33. G. Halder, P. Callaerts y W. J. Gehring, “Induction of ectopic eyes by targeted expression of the *eyeless* gene in *Drosophila*” [Inducción de ojos ectópicos mediante la expresión localizada del gen anoftálmico de la *Drosophila*], *Science* 267 (1995): 1788-1792.

precisan múltiples niveles tanto de activadores como de represores para lograr que los genes maestros funcionen como es debido. La sincronización de la actividad es muy importante, y el control mismo del debido sincronismo también habría tenido que evolucionar.<sup>34</sup>

El estudio de los trilobites ha revelado algunos aspectos sorprendentes de sus ojos. La parte inferior de la Figura 5.1 ilustra un trilobite en miniatura. Se parecen remotamente a los cangrejos de herradura. Los evolucionistas consideran que los trilobites se encuentran entre los animales más antiguos, pero algunos tienen ojos notables del mismo tipo básico ilustrado en la Figura 4.2. Sus lentes están constituidos por cristales de calcita (carbonato cálcico). La calcita es un mineral complicado que refracta los rayos luminosos incidentes y salientes en diferentes ángulos, dependiendo de la orientación del cristal. Los ojos de los trilobites orientaban la calcita de las lentes precisamente en la dirección oportuna para darles el enfoque acertado. Además, la lente estaba conformada de una manera especial, con una complicada curvatura que corregía la pérdida de definición del enfoque (aberración esférica) que se da en lentes simples ordinarias. Tal diseño refleja un conocimiento óptico sumamente sofisticado.<sup>35</sup> Ello es muy notable, pues, según se asciende por el registro fósil, los ojos de los trilobites están entre los primeros con los que nos topamos, y no parecen tener ningún antecesor evolutivo. Un investigador alude a las lentes de estos ojos con la expresión «un hito sin precedentes de optimización funcional».<sup>36</sup>

## Ojos intrincados

Los ojos intrincados como los nuestros, de los cuales tanto hemos aprendido, son maravillas de la complejidad. La siguiente descrip-

34. Para una interpretación simple de “Evo Devo” desde una perspectiva evolucionista, véase S. B. Carroll, *Endless forms most beautiful: The new science of evo devo and the making of the animal kingdom* [Formas bellísimas inagotables: La nueva ciencia de *evo devo* y la creación del reino animal] (Nueva York: W. W. Norton and Co., 2005).

35. E. N. K. Clarkson y R. Levi-Setti, “Trilobite eyes and the optics of Descartes and Huygens” [Los ojos de los trilobites y la óptica de Descartes y Huygens], *Nature* 254 (1975): 663-667; K. M. Towe, “Trilobite eyes: Calcified lenses *in vivo*” [Los ojos de los trilobites: Lentes calcificadas *in vivo*], *Science* 179 (1973): 1007-1009.

36. R. Levi-Setti, *Trilobites*, 2ª ed. (Chicago, Illinois: University of Chicago Press, 1993), p. 29.



ción es un tanto técnica, pero con solo seguirla el lector se hará una idea del fascinante órgano que le permite leer esto. Al imaginarnos la disposición de las capas de un ojo esférico, intentemos tener presente lo que hay hacia el interior, es decir, hacia el centro de la esfera del ojo, y lo que hay hacia la superficie exterior del ojo. Ello cobrará importancia en la posterior presentación en cuanto a la retina invertida o “boca abajo”.

El ojo es en gran medida una esfera un tanto vacía con cosas sumamente complejas que forman la pared exterior (Figura 4.1A). Recubriendo el interior de la mayor parte del ojo se encuentra la importantísima retina, órgano que capta la luz que entra al ojo a través de la abertura negra llamada pupila. La retina es muy complicada y consiste en muchas capas de células, tal como se ilustra en la Figura 4.1C, D. La capa más próxima a la superficie exterior del ojo es el epitelio pigmentado. Contiene un pigmento que recoge la luz desviada y también nutre las células de la siguiente capa hacia el interior, que consiste en bastones y conos. Los bastones y los conos son las primordiales células fotorreceptoras que detectan la luz que entra en el ojo. Los bastones responden especialmente a la luz tenue, mientras que los tres tipos de conos sirven para la luz más fuerte y los colores.

Tal como se ilustra en la Figura 4.1D, la porción extrema de los bastones y los conos, alargados ambos, que se encuentra más próxima al epitelio pigmentado —en otras palabras, el extremo que apunta al exterior del ojo— contiene muchos discos. Los discos tienen un tipo especial de molécula proteínica denominada rodopsina, y un bastón puede contener cuarenta millones de tales moléculas. Cuando la luz incide en una molécula de rodopsina, hace que la molécula cambie de forma. Esa respuesta se transmite a muchas más moléculas, de varios tipos diferentes, lo que conduce a una reacción en avalancha que modifica rápidamente la carga eléctrica de la superficie del bastón o del cono, indicando con ello que la célula ha detectado luz. Acto seguido, todo el proceso da marcha atrás para prepararse a recibir más luz. Toda la operatoria cuenta con al menos una docena de tipos diferentes de moléculas

proteínicas.<sup>37</sup> Muchas de ellas son específicas y necesarias para el proceso visual. Estamos nuevamente ante otro ejemplo de complejidad irreducible, concepto al que aludimos en el capítulo anterior, y se trata de un ejemplo que plantea un reto muy serio a la evolución.

El cambio en la carga eléctrica que hay en la superficie del bastón o del cono se transmite como impulso a una compleja red de células nerviosas. Esas células forman una capa que se encuentra en el interior (es decir, hacia el centro del ojo) de la capa de bastones y de conos (la “capa de células nerviosas” del la Figura 4.1C). Desde la capa de células nerviosas la información viaja hasta el cerebro por medio del nervio óptico (Figura 4.1A).

La retina humana contiene más de cien millones de células fotosensibles (bastones o conos), y la información procedente de estas células es procesada parcialmente en la capa de células nerviosas. Los estudios científicos han identificado más de cincuenta tipos diferentes de células nerviosas en esta capa.<sup>38</sup> Mediante un análisis minucioso, estamos comenzando a averiguar qué hacen algunas de esas células. Por ejemplo, si se estimula una zona específica, la información de las células que la rodean se suprime para agudizar el contraste. Este tipo de tratamiento se da en varios niveles de análisis de la luz incidente. Es muy complejo, e incluye sistemas de realimentación. Sabemos que otros circuitos de la capa de células nerviosas tienen que ver con la detección del movimiento, pero aún nos queda mucho más por aprender sobre lo que hacen los diferentes tipos de células de esta capa.

En realidad, no vemos con los ojos, por mucho que la intuición nos haga creer que sí. El ojo únicamente recoge y procesa información que es enviada a la parte posterior de nuestro cerebro, la cual compone la imagen. Sin cerebro, no percibiríamos nada. Millones de elementos de información viajan rápidamente desde el ojo hasta el cerebro a través del nervio óptico. Según parece, el cerebro analiza los datos correspondientes a los diversos componentes, como

37. Behe, *op. cit.*, pp. 37-41. [Véase la nota 3.]

38. H. Kolb, “How the retina works” [Cómo funciona la retina], *American Scientist* 91 (2003): 28-35.

el brillo, el color, el movimiento, la forma y la profundidad. Luego el cerebro lo consolida todo en una imagen integrada. El proceso es increíblemente complejo, increíblemente rápido y sigue su curso sin esfuerzo consciente. Los investigadores de la visión comentan que «las tareas visuales más simples, como la percepción de los colores y el reconocimiento de rostros familiares, requieren cálculos sofisticados y mucha más circuitería neuronal de la que jamás hemos imaginado».<sup>39</sup>

Los ojos avanzados incluyen otros sistemas adicionales con partes interdependientes que tampoco funcionarían a no ser que contasen con todos los componentes básicos necesarios. Un ejemplo es el mecanismo que analiza el brillo de la luz y que controla el tamaño de la pupila. El sistema que determina si el punto focal de la luz incidente está delante o detrás de la retina para cambiar la forma de la lente para mantener la imagen perfectamente enfocada en la retina es otro. Y varios sistemas complejos adicionales contribuyen a que veamos mejor, como el mecanismo que hace que ambos ojos miren la misma cosa.

Todos estos factores suscitan interrogantes sobre una multitud de partes interdependientes. Por ejemplo, ¿de qué serviría un sistema que pueda detectar que una imagen en el ojo está desenfocada sin un mecanismo correspondiente que pueda regular la forma de la lente y devolver el enfoque a la imagen? En un escenario evolutivo gradual, estos mecanismos en desarrollo no tendrían valor de supervivencia, puesto que la mayoría de sus partes, si no todas, serían inútiles sin las demás. Aquí, como en muchos otros casos, nos encontramos con la típica adivinanza del huevo y la gallina: ¿Qué fue antes, el huevo o la gallina? Ambos son necesarios para la supervivencia.

En ocasiones Darwin no vaciló en presentar retos a los críticos de su teoría. Inmediatamente después de presentar la evolución del ojo en *El origen de las especies*, comentó: «Si se pudiese demostrar que existió un órgano complejo que no pudo haber sido forma-

---

39. R. Shapley et al., "Computational theories of visual perception" [Teorías computacionales de la percepción visual], en L. Spillmann y J. S. Werner, eds., *Visual perception: The neurophysiological foundations* [La percepción visual: Los fundamentos neurofisiológicos] (San Diego, California: Academic Press, Inc., 1990), pp. 417-448.

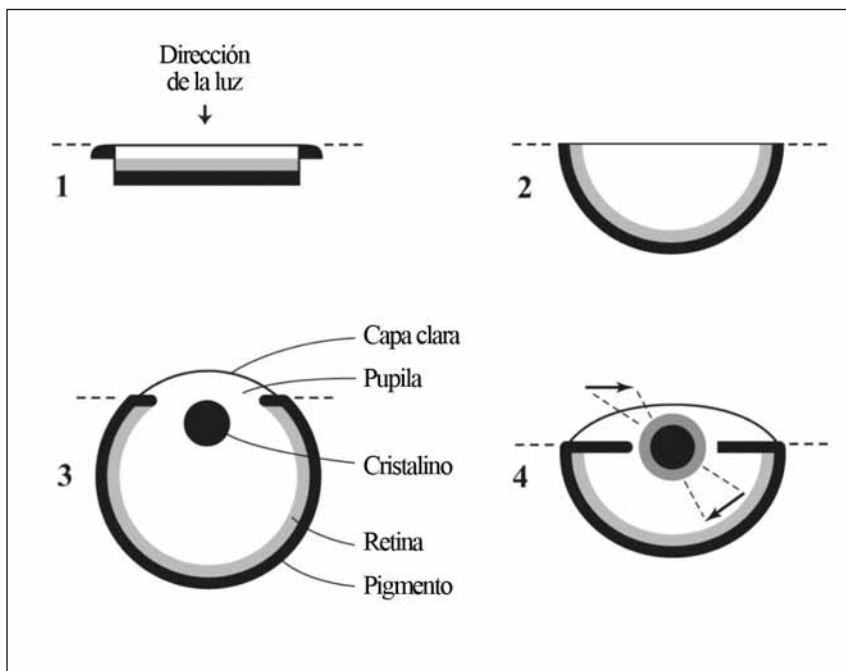
do por modificaciones pequeñas, numerosas y sucesivas, mi teoría se destruiría por completo; pero no puedo encontrar ningún caso de esta clase». <sup>40</sup> Aunque Darwin intentó proteger su teoría con la exigencia de que se demostrase que no pudiera suceder «de modo alguno», él mismo se precipita en el problema de la falta de valor de supervivencia de las partes interdependientes en desarrollo cuando habla de las «modificaciones numerosas [...] ligeras». Las modificaciones ligeras son *en especial* un problema para el mecanismo que Darwin defendía. Las partes interdependientes en desarrollo lento que no funcionan hasta que estén presentes las otras partes necesarias van a pasar muchísimo tiempo sin valor de supervivencia. Lamentablemente, tal como sugiere Darwin, su teoría se ha desbaratado «por completo».

## El ojo incompleto de la evolución

Dan-E. Nilsson y Susanne Pelger, dos investigadores de la Universidad de Lund, en Suecia, han publicado un interesante artículo sobre la evolución del ojo. Se titula “Cálculo pesimista del tiempo requerido para que evolucionara un ojo” <sup>41</sup> y apareció en la prestigiosa publicación *Proceedings of the Royal Society of London*. Llega a la sorprendente conclusión de que el ojo podría haber evolucionado en solo 1.829 pasos de mejoras arbitrarias del 1%. Teniendo en cuenta algunos factores de selección natural, llegan a la conclusión de que a un corpúsculo fotosensible le habría llevado menos de 364.000 años evolucionar hasta convertirse en un “ojo de cámara” (un “ojo” con un agujerito). Además, desde los comienzos del periodo cámbrico, que se calcula que se dieron hace 550 millones de años, contaríamos con tiempo suficiente «¡para que los ojos evolucionaran más de mil quinientas veces!» Su modelo de la evolución del ojo comienza con una capa de células fotosensibles encajonada entre una capa transparente encima y una capa pigmentada debajo.

40. Charles Darwin, *El origen de las especies* (Madrid, Espasa Calpe 1998), p. 234.

41. Dan-E. Nilsson y Susanne Pelger, “A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve” [Cálculo pesimista del tiempo requerido para que evolucionara un ojo], *Proceedings of the Royal Society of London*, B, 256 (1994): 53-58.



**Figura 4.3** Modelo propuesto para la evolución del ojo. Aparecen en corte transversal cuatro fases. Para cada fase, la luz procede de arriba, mientras que el resto del cuerpo del animal está debajo del ojo. La capa gris representa la retina. Por encima de ella hay una capa clara, y la capa negra que hay debajo es una capa pigmentada.

Diagramas basados en D.-E. Nilsson y S. Pelger "A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve" [Cálculo pesimista del tiempo requerido para que evolucionara un ojo], *Proceedings of the Royal Society of London B* 256 (1994): 53-58.

En primer lugar, las capas se doblan gradualmente para formar una copa primero y luego un ojo con un cristalino (Figura 4.3). Cada paso aporta una ventaja óptica con respecto a la fase anterior, dando así valor evolutivo de supervivencia a todo el proceso. ¡Tachán! ¡El ojo ha evolucionado en muy poco tiempo!

Aunque podemos agradecer la forma analítica empleada por esos autores para abordar el problema, es difícil que nos tomemos en serio su modelo y también lo es que aceptemos su afirmación de que haya habido tiempo suficiente para que un ojo con un cristalino haya evolucionado más de mil quinientas veces. En realidad,

hablan de un ojo que es tan simple que no funciona. El concepto tiene muchos problemas de enorme magnitud:

1. El modelo omite la evolución de la parte más importante y compleja del ojo: la retina fotosensible. Como se ha mencionado previamente, la retina tiene una multitud de células de tipos diferentes para la detección y el tratamiento de la información lumínica. Tienen que surgir nuevas moléculas proteínicas especiales de todo tipo. Tarde o temprano, tienen que desarrollarse en el escenario evolutivo todas las partes de los ojos avanzados, y excluir de los cálculos la parte más complicada del ojo es una seria omisión que invalida por completo la conclusión principal.
2. Tal como se ha propuesto, un ojo complejo es inútil sin un cerebro que interprete los datos visuales, pero el modelo no considera el problema de la evolución de las necesarias zonas del cerebro. Al menos en los seres humanos, las partes del cerebro que tienen que ver con la visión son mucho más complejas que la propia retina, y es preciso que la zona visual del cerebro tenga una estrecha correlación con la retina para que haya significación en lo que el ojo ve.
3. Para que un ojo sea de utilidad, tiene que haber una conexión entre el cerebro y el ojo, lo que, en el caso de los humanos, conlleva un nervio óptico que tiene más de un millón de fibras nerviosas por ojo, y las fibras tienen que estar debidamente conectadas. El nervio óptico de un ojo se cruza con el nervio óptico del otro, y tiene lugar una compleja clasificación de la información visual. Algo más adelante en el sistema se da una clasificación mucho más compleja cuando las células nerviosas llevan los impulsos al interior del cerebro. Cabría esperar muchos ensayos aleatorios antes de que la evolución estableciera los modelos adecuados de conexión.
4. El modelo sugerido ignora la evolución del mecanismo que enfoca el cristalino. Hasta algunos gusanos tienen esta capacidad.<sup>42</sup> Como ya hemos señalado, es un sistema complejo que detecta

42. S. Duke-Elder, *The eye in evolution* [El ojo en evolución], tomo 1 de S. Duke-Elder S, ed. *System of Ophthalmology* [Sistema de oftalmología] (St. Louis, Misuri: C. V. Mosby Co., 1958), pp. 143, 192, 591.

cuándo la imagen de la retina está desenfocada y luego ajusta la lente en el grado necesario para lograr un enfoque preciso. El sistema cuenta con la participación de varios elementos especiales. En algunos animales el enfoque se produce al mover la lente, mientras que en otros tiene lugar cambiando la forma de la propia lente.

5. El modelo tampoco considera el tiempo necesario para el desarrollo del mecanismo que regula el tamaño de la pupila. Aquí tenemos otro sistema complejo más de los ojos complejos que cuenta con la participación de músculos, nervios y un sistema de control. Llevaría mucho tiempo producir un sistema así una sola vez, suponiendo que tal cosa pudiera hacerse. Tenemos que incluir elementos así de importantes en cualquier cálculo realista del tiempo que le llevaría evolucionar al ojo.
6. Más o menos a mitad de camino del proceso evolutivo propuesto empieza a aparecer un cristalino. Sería preciso un conjunto de circunstancias sumamente fortuitas para que este nuevo componente funcionase debidamente y tuviera valor de supervivencia.<sup>43</sup> Se precisa una lente con la proteína, la forma y la posición adecuadas, todo ello sincronizado en el momento preciso. Que todo esto sucediese de repente, para darle un auténtico valor de supervivencia, mediante mutaciones que ocurren esencialmente al azar llevaría una cantidad de tiempo inmensa.
7. En los embriones de los vertebrados —como, por ejemplo, en los peces, las ranas o las gallinas—, el ojo no se forma mediante el pliegue de capas superficiales que haya en la superficie de la cabeza, como propone el modelo de Nilsson y Pelger. Surge de una excrecencia del cerebro en desarrollo que luego induce la formación del cristalino a partir de una capa superficial. De aquí que también sea preciso considerar el tiempo requerido para que un sistema de desarrollo evolucione para convertirse en otro distinto.

---

43. J. T. Baldwin, "The argument from sufficient initial system organization as a continuing challenge to the Darwinian rate and method of transitional evolution" [El argumento derivado de la organización suficiente del sistema inicial como reto continuo a la velocidad y al procedimiento darwinistas de la evolución transitoria], *Christian Scholar's Review* 24 (1995): 423-443.

8. Además, los vertebrados y algunos invertebrados emplean un complejo sistema muscular para coordinar el movimiento de ambos ojos. Algunas aves son capaces de ajustar la dirección de los ojos para lograr una visión binocular perfectamente enfocada o una amplia perspectiva panorámica cuando los ojos miran en direcciones diferentes.<sup>44</sup> No se trata de sistemas simples. El pulpo tiene seis músculos que controlan el movimiento de cada ojo, igual que ocurre en nuestros ojos. En el pulpo encontramos unas tres mil fibras nerviosas que llevan impulsos desde el cerebro hasta esos seis músculos para controlar minuciosamente el movimiento de los ojos. Hay que insistir en que estos sistemas también necesitarían muchísimo tiempo para evolucionar, y deberíamos tener en cuenta ese hecho al estimar cuántas veces podría evolucionar el ojo.

Nilsson y Pelger reconocen muy pocas de estas omisiones en su informe, pero, lamentablemente, las ignoran tanto en su título como en sus conclusiones. Su “cálculo pesimista” no tiene en cuenta la mayoría de las partes complejas del ojo, ni la multitud de células nerviosas, y casi nada de los tipos especiales de proteínas que tendrían que formularse. Recientemente, los investigadores han descubierto una molécula proteínica especial en la córnea del ojo que impide el desarrollo de vasos sanguíneos. La sustancia mantiene a la córnea libre de los vasos sanguíneos encontrados en la mayoría de los tejidos para que la luz pueda entrar sin dificultades en el ojo.

No se puede simplemente doblar algunas capas, añadir arbitrariamente un cristalino, y luego afirmar que hemos determinado que el ojo podría haber evolucionado «más de mil quinientas veces» en la historia evolutiva. Este tipo de ejercicio raya en lo que podríamos describir como *ciencia de la que se ha destilado todo vestigio de hechos*.

Sorprendentemente, el modelo ha recibido un decidido respaldo. En la prestigiosa revista *Nature*, Richard Dawkins publicó una reseña titula-

44. J. D. Pettigrew, “Evolution of binocular vision” [La evolución de la visión binocular], en J. R. Cronly-Dillon y R. L. Gregory, eds., *Evolution of the eye and visual system* [La evolución del ojo y del sistema visual] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991), pp. 271-283.



da “En un abrir y cerrar de ojos”,<sup>45</sup> en la que señalaba que los resultados de Nilsson y Pelger eran «rápidos y decisivos» y que el tiempo requerido para la evolución del ojo «es un parpadeo geológico». Además, Daniel Osorio, de la Universidad de Sussex, en Inglaterra, quien estudia ojos de todo tipo, sugiere que el artículo aplaca el problema de la evolución del ojo que tanta inquietud causó a Darwin —problema al que a veces se denomina «el escalofrío de Darwin»<sup>46</sup>—. El artículo de Nilsson y Pelger ha dado cierto ánimo a los evolucionistas que presentan sus puntos de vista en internet. Un participante comentaba en uno de esos foros que «el ojo se ha convertido en la MEJOR PRUEBA de la evolución».<sup>47</sup> Considerando los hechos reales del asunto, todo ello es una revelación aleccionadora de lo subjetivos que pueden llegar a ser los conceptos humanos.

El entusiasmo de algunos evolucionistas con el modelo de Nilsson y Pelger probablemente refleje lo serio que ha sido el problema del ojo para la evolución a lo largo de los años. Un modelo que esencialmente ignora todos sus sistemas complejos puede dar aliento al evolucionista convencido, pero no puede hacer gran cosa por quien busque con seriedad la verdad y desee considerar tantos datos disponibles como sea posible. Desgraciadamente, los estudios como el de Nilsson y Pelger reducen la confianza no solo en la evolución sino también en la ciencia en su conjunto. Es probable que Sir Isaac Newton, quien ostentó el cargo de presidente de la Royal Society durante 24 años, y que tan cuidadoso fue en su trabajo, se hubiese sentido decepcionado de ver un artículo como ese publicado en la revista oficial de su amada Royal Society.

## ¿El ojo está cableado al revés?

«No habría punto ciego si el ojo de los vertebrados estuviese diseñado con inteligencia. En realidad, está diseñado de forma

---

45. Richard Dawkins, “The eye in a twinkling”, *Nature* 368 (1994): 690, 691.

46. Daniel Osorio, “Eye evolution: Darwin’s shudder stilled” [La evolución del ojo: El escalofrío de Darwin quietado], *Trends in Ecology and Evolution* 9/7 (1994): 241, 242.

47. [http://www.geocities.com/evolvedthinking/evolution\\_of\\_the\\_eye.htm](http://www.geocities.com/evolvedthinking/evolution_of_the_eye.htm). Declaración descargada en 2003, fecha en la que aparecía en el segundo párrafo. Es probable que haya buenas razones para que tal afirmación ya no se encuentre en la página *web*.

estúpida». <sup>48</sup> «Sin embargo, los vasos sanguíneos y los nervios no se ubican detrás de los fotorreceptores, donde los habría puesto cualquier ingeniero sensato, sino delante de ellos, donde tapan parte de la luz incidente. El diseñador de una cámara que cometiese un error tan garrafal sería despedido de inmediato. En cambio, los ojos del humilde calamar, con los nervios ladinamente ocultos tras los fotorreceptores, son un ejemplo de perfección en el diseño. Si el Creador de verdad hubiese prodigado su mejor diseño a la criatura que formó a su propia imagen, los creacionistas tendrían que concluir, sin duda, que Dios es en realidad un calamar». <sup>49</sup> «El ojo humano tiene un “punto ciego”. [...] Está causado por la disposición funcionalmente insensata de los axones de las células retinianas que se proyectan hacia el interior del ojo». <sup>50</sup> «Los vertebrados sufren la maldición de poseer una retina vuelta del revés en el interior del ojo. [...] ¿Dio Dios la vuelta a la retina de los vertebrados en el momento de la “caída” [...]?» <sup>51</sup> «Cualquier ingeniero asumiría que las fotocélulas apuntan hacia la luz, con sus cables dirigidos hacia atrás, hacia el cerebro. Se reiría de cualquier sugerencia que apuntase en sentido contrario, con los cables partiendo del lado más *cercano* a la luz. [...] Cada fotocélula está, en efecto, enfocada hacia atrás, con su cable asomando por el lado más cercano a la luz». <sup>52</sup> La anterior plétora de diatribas, obra de científicos respetados, incluidos algunos evolucionistas de primera fila, se refiere a otro debate sobre el ojo. Para algunos, la retina está tan mal colocada que no podría representar ningún tipo de planificación meditada. Está vuelta del revés, y ningún Dios competente haría una cosa así, de lo que se deduce que, en realidad, no existe un Dios inteligente.

Vemos el problema perfectamente ilustrado en la Figura 4.1, en la que la orientación de todos los diagramas es tal que la luz penetra

48. G. C. Williams, *Natural selection: Domains, levels, and challenges* [La selección natural: Dominios, niveles y desafíos] (Oxford: Oxford University Press, 1992), p. 73.

49. J. Diamond, “Voyage of the overloaded ark” [El viaje del arca sobrecargada], *Discover* 6/6 (1985): 82-92.

50. Futuyama, *op. cit.*, p. 123. [Véase la nota 16.]

51. W. M. Thwaites, “An answer to Dr. Geisler—from the perspective of biology” [Respuesta al Dr. Geisler, desde la perspectiva de la biología], *Creation/Evolution* 13 (1983): 13-20.

52. Dawkins, *El relojero ciego*, p. 119. [Véase la nota 6.]

en el ojo desde la derecha y viaja hacia la izquierda. Los evolucionistas sugieren tres problemas. En primer lugar, como se ha mencionado antes, los bastones y los conos se hunden profundamente en la retina, estando situados sus extremos fotosensibles en dirección opuesta a la luz, apuntando hacia el oscuro epitelio pigmentado. Obsérvese en especial la Figura 4.1D, en la que el cuerpo principal (núcleo, etc.) del bastón o el cono se dirige hacia la derecha, mientras que los discos fotosensibles están hacia la izquierda, algunos enterrados en el epitelio pigmentado. Es comparable a girar una cámara de vigilancia hacia una pared en vez de hacerlo hacia una zona abierta. En segundo lugar, la complicada capa celular nerviosa de la retina está situada entre la luz incidente y los bastones y los conos fotosensibles. ¿Por qué no poner las partes fotosensibles de los bastones y los conos apuntando hacia la luz (en la parte de la derecha de la retina en la Figura 4.1C), para que la luz incidente procedente del cristalino dé en ellas primero, sin tener que pasar por todas esas células nerviosas? La presencia de las células nerviosas en la capa de bastones y conos que da hacia el interior del ojo es también la causa del tercer problema. La información del proceso de las células nerviosas tiene que salir del ojo, y esto ocurre por medio del nervio óptico. El punto en el que ese nervio sale de la retina carece de bastones y de conos, y crea un punto ciego por el que no podemos ver (identificado con “punto ciego” en la Figura 4.1A). Algunos evolucionistas razonan que si el ojo hubiese sido diseñado debidamente, la disposición de las capas de la retina habría sido la inversa de la situación actual. Así, la capa de células nerviosas y el nervio habrían estado detrás de los bastones y los conos, y el ojo no tendría un punto ciego.

Algunas criaturas, como el calamar, el pulpo y muchos animales más simples, carecen de retina invertida. Sus ojos emplean tipos diferentes de células fotosensoras que apuntan con su porción sensible hacia la luz. En todos los vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), incluidos nosotros, las retinas están, según lo consideran muchos evolucionistas, invertidas o vueltas del revés.

Sin embargo, cuando se sabe algo más de la fisiología y de los detalles de cómo funciona el ojo avanzado de los vertebrados, se hace evidente que la retina invertida es en realidad un buen diseño, y varios evolucionistas apoyan tal conclusión.<sup>53</sup> Cuando examinamos la zona más importante del ojo, en la que efectuamos la mayor parte de nuestra visión, la objeción de que las células nerviosas están delante de los bastones y los conos pierde gran parte de su fuerza. Esa zona, llamada *fóvea* (Figura 4.1A,B), alberga unos treinta mil conos que hacen posible el tipo de imagen nítida que tiene el lector al leer estas palabras. Ahí las células nerviosas y sus fibras son especialmente pequeñas, y las fibras se apartan de forma radial de esa región, dejando los conos de la fóvea más directamente expuestos a la luz procedente del cristalino (Figura 4.1B). Otras fibras nerviosas e infrecuentes vasos sanguíneos en la región de la fóvea la circunvalan, evitando así cualquier bloqueo de la luz incidente. El ojo está construido para dar una imagen nítida precisamente donde se necesita. Además, las células nerviosas y las fibras no son una obstrucción tan importante para la luz incidente. Si se elimina el epitelio pigmentado de la parte posterior de la retina, lo que queda, que incluye los bastones, los conos y la capa de células nerviosas, es «casi perfectamente transparente».<sup>54</sup> Además, los científicos han descubierto algunas células alargadas que parecen transferir luz directamente desde la superficie interna del ojo directamente a los bastones y los conos. El punto ciego del ojo no parece ser el gran impedimento que se alega. Es difícil de encontrar, y la mayoría ni siquiera somos conscientes de su existencia, puesto que está colocado en un lateral, y un ojo compensa el punto ciego del otro.

Además, parece haber una razón excelente para que la retina esté invertida. Se trata de los especiales requisitos nutricionales de los bastones y los conos. Al contarse entre las células más activas de nuestro cuerpo, sustituyen constantemente sus discos, probablemente para mantener un aporte continuo de moléculas proteíni-

53. Véanse, por ejemplo, Duke-Elder, *op. cit.*, p. 147 [véase la nota 42]; Kolb, *loc. cit.* [véase la nota 38].

54. A. A. Maximow y W. Bloom, *A textbook of histology* [Manual de histología], 7ª ed. (Filadelfia, Pensilvania: W. B. Saunders Co., 1957), p. 566.

cas fotodetectoras. Un solo bastón puede tener cerca de mil discos —muchos más de los ilustrados en la Figura 4.1D—. Los estudios efectuados en macacos Rhesus indican que cada bastón produce de ochenta a noventa discos cada día, y es probable que la producción sea igual para los seres humanos. (¡Dicho sea de paso, esta velocidad es muy lenta comparada con los dos millones de glóbulos rojos formados en nuestro organismo cada segundo!) Los discos se desarrollan en la zona del bastón o del cono próxima al núcleo y se eliminan en el extremo más íntimamente asociado con el epitelio pigmentado. Ese epitelio absorbe los discos viejos y recicla algunas de sus partes y se las devuelve a los bastones. Por distintas razones, la separación de la retina de su epitelio pigmentado da por resultado la ceguera, de aquí que la conexión sea esencial. Inmediatamente en el exterior del epitelio pigmentado está la coroides, membrana surcada por numerosos vasos sanguíneos (Figura 4.1C), que aporta al epitelio pigmentado algunos de los nutrientes necesarios para que los activos bastones y conos fabriquen más discos.

Si diéramos la vuelta a la retina, como algunos evolucionistas sugieren que Dios debería haber hecho, parece que tendríamos un desastre visual. Los discos de los bastones y los conos apuntarían directamente a la luz, pero, ¿qué realizaría la función esencial del epitelio pigmentado de absorber los discos viejos? Los bastones y los conos no se van de vacaciones, y generan unos diez mil millones de discos al día en cada ojo. Se acumularían en el humor vítreo del ojo (Figura 4.1A), y no pasaría mucho tiempo antes de que su enorme número afectase nuestra capacidad de visión. Además, los bastones y los conos carecerían del necesario epitelio pigmentado y del riego sanguíneo de la coroides, necesarios para hacer los discos, de modo que el sistema de sustitución de discos no funcionaría en absoluto. Entonces, si quisiéramos proporcionar el epitelio pigmentado y la capa de riego sanguíneo coroidal a los extremos portadores de discos en los bastones y los conos orientados hacia la luz, las capas tendrían que estar en el *interior* de la capa de bastones y conos. En otras palabras, estarían más próximas al centro del ojo que el resto de la retina. En consecuencia, la luz que penetrase en el ojo tendría

que atravesar en primer lugar la coroides antes de llegar a los discos fotosensibles. Una hemorragia en la retina es sumamente debilitante e ilustra lo perjudicial que puede ser la sangre para el proceso visual. Un componente fundamental del epitelio pigmentado que absorbe la luz, el pigmento, también se interpondría y contribuiría más aún a la completa ceguera. Como aquel que puso a asar la manteca; a fe que no es una buena idea.

La presente estructura de la retina parece ser un diseño excelente que aporta a los activos bastones y conos de los organismos avanzados el riego sanguíneo y los nutrientes que precisan. Además, es difícil discutir con el éxito: ¡el ojo funciona muy bien! Si, como sugieren algunos evolucionistas, el ojo está tan mal diseñado y si, como otros defienden, el ojo puede evolucionar en un parpadeo, ¿por qué no produjo la selección natural un ojo mejor hace mucho tiempo?

## **El cerebro humano**

Cada una de las células de nuestro cuerpo, que se cuentan por muchos billones tiene más de tres mil millones de bases de ADN. Si se estirara, el ADN de cada célula tendría una longitud aproximada de un metro. En realidad, el ADN en el humano promedio se extendería entre la Tierra y Júpiter ida y vuelta más de sesenta veces. Sin embargo, la complejidad que vemos en nuestras células palidece y se hunde en la insignificancia cuando la comparamos con nuestro cerebro. Muchos consideran que el cerebro es la estructura más intrincada que se conoce del universo.

En lo que respecta a los seres vivos, el ser humano se encuentra en la cima de la escalera de la vida. No por nuestro cuerpo, que no es ni el más fuerte ni el mayor, sino porque tenemos un cerebro que supera al de todos los demás seres vivos. Dentro de ciertos límites, podemos manipular otras criaturas, ¡por no hablar de nuestra capacidad para destruir su entorno y también el nuestro!

Nuestro cerebro consta de aproximadamente cien mil millones de células nerviosas (neuronas) conectadas entre sí por la casi increíble cifra de cuatrocientos mil kilómetros de fibras nerviosas. A

menudo, tales fibras se ramifican reiteradamente al unirse a otras células nerviosas. Una gran neurona puede unirse hasta a seiscientas neuronas más, mediante aproximadamente sesenta mil conexiones. Los investigadores hacen el cálculo conservador de que el número total de conexiones en el cerebro es de cien millones de veces un millón, que es lo mismo que cien billones ( $10^{14}$ ). Números tan grandes son difíciles de imaginar. Puede ayudar si nos damos cuenta de que un solo milímetro cúbico de la parte principal del cerebro (la corteza cerebral), donde las células son especialmente grandes, contiene lo que se calcula que son cuarenta mil neuronas y mil millones de conexiones. Estamos descubriendo que el cerebro es mucho más que un montón de enlaces, como los que tenemos en un ordenador. El cerebro es capaz de trasladar diversas funciones de una zona a otra y de desarrollarse cuando precisa un pensamiento más potente.

En nuestro cerebro tiene lugar un frenesí de actividad mental y de operaciones de coordinación cada vez que una carga eléctrica viaja por las fibras nerviosas que llevan los impulsos de una célula a otra. Hay por lo menos treinta tipos diferentes de productos químicos —posiblemente sean muchísimos más— que intervienen en la transferencia de los impulsos en el punto de contacto entre una célula nerviosa y la siguiente. Todo el proceso es asombroso, puesto que los distintos tipos de productos químicos tienen que ser asignados a las conexiones precisas. Apenas empezamos a aprender la complejidad del cerebro, ¡y estamos descubriendo el reto que supone pensar acerca del órgano con el que realizamos nuestro pensamiento! El gran interrogante que el cerebro plantea a la evolución es este: ¿Podrían esos cien billones de conexiones dar en algún momento con el patrón para conectarse debidamente con el único concurso de cambios aleatorios siguiendo el método de prueba y error, y pasando por el lento y laborioso proceso de la selección natural? Además, no está claro en absoluto que la excepcional capacidad mental de los seres humanos suponga un valor de supervivencia evolutivo, pues a los babuinos parece irles perfectamente sin ella. Varios ideólogos se lo han planteado.<sup>55</sup> Stephen Hawking afirma con candor: «No

---

55. Por ejemplo, John Maynard Smith, *Did Darwin get it right?* [¿Acertó Darwin?] (Nueva York:

resulta claro que la inteligencia tenga mucho valor para la supervivencia. Las bacterias se las arreglan muy bien sin inteligencia». <sup>56</sup> Quizá nuestro cerebro no sea fruto de ningún proceso evolutivo.

Darwin, que vivía en Inglaterra, tenía un buen amigo, y decidido partidario de sus ideas, en los Estados Unidos: Asa Gray, prestigioso botánico de Harvard. A veces Darwin hacía partícipe a Gray de algunos de sus sentimientos más profundos, pues el estadounidense era receptivo a la evolución, pero estaba convencido de la existencia de un Dios que actuaba en la naturaleza. <sup>57</sup> En una carta dirigida a Gray, Darwin se sinceró: «Me acuerdo perfectamente de los días en que pensar en el ojo me dejaba helado, pero he superado esta fase de la dolencia, y ahora los pequeños detalles sin importancia relacionados con las estructuras hacen a menudo que me sienta muy incómodo. ¡La visión de una pluma de la cola de un pavo real, siempre que me quedo mirándola, me pone enfermo!» <sup>58</sup>

¿Por qué Darwin habría de sentirse inquieto por la pluma de un pavo real? No puedo dar respuesta a esa pregunta a ciencia cierta, pero sospecho que hay pocas personas que sean capaces de reflexionar en la intrincada estructura y, especialmente, en la belleza de la pluma iridiscente de la cola del pavo real sin preguntarse si no es el resultado de algún tipo de diseño. Además, ¿por qué tan siquiera apreciamos la belleza, disfrutamos de la música o somos conscientes de nuestra propia existencia? Todo ello eleva la cuestión de los orígenes a un nivel diferente: el de nuestra misteriosa mente. Es un hecho imponente que en nuestro cerebro, de solo 1,4 kilos de peso, se encuentre la sede de quiénes somos. ¿Cómo lograron programarse la multitud de conexiones que hay en el cerebro de modo que podamos pensar de manera lógica —¡confiamos en que la mayoría pensemos con claridad!—, para que tengamos la curio-

---

Chapman and Hall, 1988), p. 94.

56. Stephen W. Hawking, *El universo en una cáscara de nuez* (Barcelona: Crítica, 2002), p. 171.

57. Para más detalles, véase M. Ruse, *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001), pp. 93-96.

58. Charles Darwin a Asa Gray (1860), en F. Darwin, ed., *The life and letters of Charles Darwin* [Vida y cartas de Charles Darwin], tomo II, reimpresión de la edición original de 1888 (Honolulu, Hawái: University Press of the Pacific, 2001), p. 90.



sidad de formular preguntas sobre nuestros orígenes, para aprender idiomas, formular teoremas matemáticos y componer óperas? Retos aún mayores para la cosmovisión naturalista son las cuestiones de nuestro poder de elección y características como la responsabilidad moral, la lealtad, el amor y la espiritualidad. John Polkinghorne, físico de partículas, decano en la Universidad de Cambridge y sacerdote anglicano, expresa la inquietud de muchos. Refiriéndose al mundo físico, afirma: «No puedo creer que nuestra capacidad de comprender su extraño carácter sea un curioso resultado indirecto de haber tenido que eludir tigres de dientes de sable».<sup>59</sup>

El debate sobre la mente se centra con frecuencia en la naturaleza del enigmático fenómeno de la consciencia, que es la conciencia del yo que todos tenemos: en otras palabras, la percepción de que existimos. Tal percepción parece estar íntimamente ligada a nuestra capacidad de pensar, a nuestra curiosidad, a nuestras emociones y a nuestro juicio, y a otros fenómenos de la mente consciente. ¿Es nuestra consciencia evidencia de una realidad que está más allá de una simple explicación mecanicista (naturalista)? ¿O es la consciencia, sin más, algo sumamente complicado y puramente mecanicista? La batalla entre ambos puntos de vista lleva siglos librándose, y a menudo se circunscribe a si las explicaciones mecanicistas, que excluyen a Dios, son o no suficientes para explicar toda la realidad.

Quienes defienden el punto de vista de que la consciencia es un fenómeno puramente mecanicista sugieren que no hay nada especial en ella. De hecho, ni siquiera existe. Es, sencillamente, una gran cantidad de actividad simple. En fechas recientes ha habido quienes han hecho mucho hincapié en la analogía que podemos establecer entre un ordenador y el cerebro. Ciertas comparaciones frívolas ridiculizan que haya diferencia alguna entre ambos. El cerebro es un ordenador hecho de carne,<sup>60</sup> ¡y hasta los aparatos rudimentarios como un termostato tienen creencias!<sup>61</sup> Sin embargo, ideólogos

59. J. Polkinghorne, *Beyond science: The wider human context* [Más allá de la ciencia: El contexto humano general] (Cambridge: Cambridge University Press, 1996), p. 79.

60. Ruse, *op. cit.*, p. 197. [Véase la nota 57.]

61. A. Brown, *The Darwin wars: The scientific battle for the soul of man* [Las guerras de Darwin: La

**TABLA 4.1**

**LA PROLONGADA BÚSQUEDA  
DE UN MECANISMO EVOLUTIVO**

DESIGNACIÓN Y FECHA	PRINCIPALES EXPONENTES	CARACTERÍSTICAS
Lamarquismo 1809–1859	Lamarck	El uso causa el desarrollo de nuevas características que pasan a transmitirse de forma hereditaria.
Darwinismo 1859–1894	Darwin, Wallace	Los pequeños cambios, bajo el control de la selección natural, llevan a la supervivencia del más apto. La herencia se efectúa mediante gémulas.
Mutaciones 1894–1922	Morgan, de Vries	Énfasis en cambios mutacionales mayores. La selección natural no es tan importante.
Síntesis moderna (neodarwinismo) 1922–1968	Chetverikov, Dobzhansky, Fisher, Haldane, Huxley, Mayr, Simpson, Wright	Actitud unificada. Los cambios en las poblaciones son importantes. Mutaciones pequeñas bajo el control de la selección natural. Relación con la clasificación tradicional.
Diversificación 1968–actualidad	Eldredge, Gould, Grassé, Henning, Kauffman, Kimura, Lewontin, Patterson, Platnick	Multiplicidad de ideas contradictorias. Descontento con la síntesis moderna. Énfasis en la cladística. Búsqueda de una causa para la complejidad.

como el premio Nobel Sir John Eccles han puesto un contrapunto a tan simplista reduccionismo. Eccles observa que «podemos [...] recordar la dolorosa pregunta formulada por los entusiastas de los ordenadores: ¿En qué nivel de complejidad y rendimiento podemos acordar dotarlos de consciencia? Afortunadamente, no es preciso responder una pregunta con tal carga emocional como esta. ¡A los ordenadores podemos hacerles lo que nos apetezca sin reparos de

batalla científica por el alma humana] (Londres: Touchstone, 1999), p. 153.

ser crueles!»<sup>62</sup> El afamado matemático y cosmólogo Roger Penrose, de la Universidad de Oxford, comenta: «La consciencia me parece un fenómeno de tal importancia que sencillamente no puedo creer que solo es “accidentalmente” producido por una computación complicada: es el fenómeno en el que se hace conocida la misma existencia del universo».<sup>63</sup>

No hay nada en las leyes de la ciencia que requiera que debemos tener consciencia.<sup>64</sup> La consciencia es algo que elude el análisis actual. No tenemos evidencia alguna de que sea una característica de la materia. La existencia de la consciencia señala una realidad que está más allá de nuestra comprensión mecanicista ordinaria.

Sin embargo, no es preciso que dependamos del fenómeno de la consciencia para que lleguemos a la conclusión de que es necesaria una planificación deliberada para la existencia de nuestra mente. La comparación entre el cerebro y los ordenadores no hace sino reforzar la evidencia de un Dios diseñador, pues todos sabemos que los ordenadores no se organizan, sin más, por sí mismos. Son el resultado de un diseño deliberado que pone en juego un conocimiento previo que lleva a complejidad llena de relaciones mutuas. Lo mismo se aplica a nuestro complejísimo cerebro. Contiene una cantidad de conexiones mil veces superior a las estrellas que conforman nuestra galaxia. Exige mucha credulidad tan solo sugerir que un conjunto tan organizado se originase simplemente como resultado de un accidente o del azar. ¿Cómo podría un proceso aleatorio producir algo que se aproximase una complejidad de esta magnitud? Como ya hemos señalado, la selección natural es perjudicial para la evolución gradual de sistemas con partes interdependientes. Además, para la mayoría de las personas, el cerebro alberga una mente que procesa e integra información rápida y sumamente bien.

---

62. John Eccles, citado en L. A. Horvitz, *The quotable scientist: Words of wisdom from Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie, and others* [El científico citable: Palabras de sabiduría de Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie y otros] (Nueva York: McGraw-Hill, 2000), p. 68.

63. Roger Penrose, *La nueva mente del emperador* (Madrid: Mondadori, 1991), p. 555.

64. Para una tentativa reciente poco afortunada, véase V. S. Ramachandran, *A brief tour of human consciousness: From impostor poodles to purple numbers* [Gira breve de la consciencia humana: De caniches impostores a números púrpura] (Nueva York: Pi Press, 2004).

## La prolongada búsqueda de un mecanismo evolutivo

¿Cómo explican los evolucionistas el origen de la complejidad? Llevan dos siglos buscando un mecanismo evolutivo. Aunque han propuesto una idea tras otra (Tabla 4.1), no han podido coincidir en un modelo concreto, y, desde luego, no han dado con ninguno que explique con realismo el origen de la complejidad. La mayoría de los científicos coinciden en que ha habido evolución, pero aún está por descubrir una explicación satisfactoria de cómo evolucionaron los diversos sistemas de los organismos avanzados. Algunos tradicionalistas se aferran a la idea de Darwin de que la explicación adecuada es la selección natural mediante la supervivencia del más apto. Otros prefieren modelos más cercanos al puro azar o la aleatoriedad. Muchos piensan que la evolución sigue su curso con pasos pequeños, mientras que otros creen en saltos mayores, pero este concepto requeriría que un montón de mutaciones fortuitas se dieran todas a la vez. Aún otros discuten sobre los criterios usados para determinar las relaciones evolutivas. La metodología más rigurosa de la cladística, enfoque que considera especialmente las características únicas, ha venido cosechando un beneplácito considerable. Sin embargo, como expondremos en el capítulo siguiente, la cladística no es en absoluto un mecanismo evolutivo: es únicamente una manera de verificar hipótesis sobre relaciones. Como se ha mencionado antes, las tentativas de explicar la complejidad mediante simulaciones de ordenador no proporcionan ninguna representación realista de lo que ocurre realmente en la naturaleza.

La evolución es el mejor modelo que la ciencia puede presentar si vamos a excluir a Dios, pero se queda muy corta en el campo de la plausibilidad. La perseverancia que han puesto de manifiesto los evolucionistas es digna de encomio. Sin embargo, tras dos siglos de búsqueda esencialmente estéril, parece que ya va siendo hora de que los científicos den debida consideración a alternativas no naturalistas. La participación de alguna inteligencia racional como la de Dios parece necesaria para explicar muchas cosas que la ciencia está descubriendo.

## Resumen

Los organismos avanzados nos proporcionan muchos ejemplos de sistemas complejos con partes interdependientes. La selección natural plantea un problema para la evolución de tales sistemas. Aunque la selección natural puede eliminar los tipos aberrantes y débiles, no puede planificar las cosas de antemano para desarrollar gradualmente las diversas partes requeridas para las complejas relaciones mutuas que se dan. La selección natural se limita al éxito inmediato en la supervivencia. En consecuencia, también cabría esperar que eliminase las diversas partes nuevas de sistemas complejos, con subunidades interdependientes, que estuviesen inmersos en una evolución gradual. Tales elementos nuevos serían impedimentos inútiles y engorrosos mientras no estuviesen presentes todos los aspectos necesarios para producir un sistema funcional con algún valor inherente de supervivencia. Por lo tanto, parece que el sistema de la supervivencia del más apto, esgrimido por Darwin, en realidad interfiere en el avance evolutivo de los sistemas complejos.

La mayoría de los sistemas biológicos son complejos, pero el ojo y el cerebro son ejemplos de órganos de suma intrincación. No parece que ninguno de esos órganos pudiese haberse desarrollado sin planificación inteligente. Con ellos, estamos ante datos que, sin duda, apoyan la idea de que hay un Dios.

# 5

## *Tan poco tiempo para todo*

*Los líderes de la ciencia, hablando ex cathedra, debieran dejar de polarizar la mente de los alumnos y de los científicos creativos más jóvenes con afirmaciones para las que la fe es la única evidencia.*<sup>1</sup>

Hubert P. Yockey, biólogo molecular

### **¿Cuál fue la celeridad del pasado?**

El desagradable olor a vapores de azufre sobresaltó a la tripulación del pesquero *Isleifur II* mientras surcaba silenciosamente el Atlántico Norte al sur de Islandia. Al romper el alba del 14 de noviembre de 1963, la tenue luz les permitió ver que surgía humo por el horizonte meridional. ¿Se habría incendiado otra embarcación? Una comprobación de los mensajes de radio recibidos no mostraba indicación alguna de ningún SOS. El barco prosiguió su cabeceo de la forma habitual, y, mientras el capitán oteaba el horizonte con sus prismáticos, vio columnas eruptivas negras que surgían del mar a solo un kilómetro de distancia. Los miembros de la tripulación naturales de Islandia, lugar en que la actividad volcánica es casi

---

1. Hubert P. Yockey, "Self-organization origin of life scenarios and information theory" [Los escenarios autoorganizativos para el origen de la vida y la teoría de la información], *Journal of Theoretical Biology* 91 (1981): 13-31.

una forma de vida, sospecharon de inmediato que un volcán submarino estaba surgiendo del fondo del océano. Sucedió que navegaban sobre la Dorsal Mesoatlántica, que en esa ubicación se encontraba a cien metros escasos bajo el nivel del mar.

A lo largo de todo el día la perturbación prosiguió en forma de cenizas, vapor y humo que se elevaban en el aire, mientras que por debajo se veían piedras y fogonazos de luz. Cinco días más tarde, una isla de seiscientos metros de longitud se había formado inmediatamente encima de donde poco tiempo antes nadaban tranquilamente los peces en altamar. La nueva isla, que acabó creciendo hasta alcanzar un diámetro de dos kilómetros, recibió el nombre de Surtsey, alusión al gigante mitológico Surtur. Más tarde, cuando los investigadores inspeccionaron la isla, se vieron sorprendidos por lo vieja que parecía. En solo cinco meses la acción del oleaje había formado una playa y un acantilado bastante grandes y de aspecto desarrollado. Un investigador comentó: «Lo que en otras partes puede llevar miles de años», «aquí puede llevar unas semanas o incluso días.

»En Surtsey bastaron unos meses para que se creara un paisaje que resultaba tan variado y desarrollado que era poco menos que increíble».<sup>2</sup>

En nuestra normalmente plácida Tierra, los sucesos como la creación de Surtsey hacen que recordemos que, a veces, las cosas suceden rápidamente. La pregunta «¿Cuál fue la celeridad del pasado?» ha alimentado un conflicto que lleva dos siglos encendido. Hay quienes han considerado que las catástrofes de gran magnitud son sumamente importantes, mientras que hay otras personas que, en esencia, las ignoran.

---

2. S. Thorarinsson, *Surtsey: The new island in the North Atlantic* [Surtsey: La nueva isla del Atlántico Norte], S. Eysteinnsson, trad. (Nueva York: Viking Press, 1964), p. 39.

## Dos perspectivas opuestas: catastrofismo y uniformismo

Históricamente, el conflicto entre el uniformismo y el catastrofismo<sup>3</sup> ha estado estrechamente asociado con la cuestión de Dios en la ciencia. El catastrofismo hace referencia a acontecimientos rápidos y de gran magnitud, y da por sentado que tales acontecimientos han sido el factor principal a la hora de formar la corteza terrestre. El uniformismo sostiene que la actual corteza de la Tierra es el resultado de muchos acontecimientos pequeños y prolongados más típicos de los procesos geológicos cotidianos. El catastrofismo encaja mejor en el concepto bíblico de un diluvio catastrófico de enormes proporciones, así como en el de un Dios no limitado por el tiempo. El uniformismo es más acorde con los eones de eras geológicas que se postulan y con el tiempo necesario para un proceso evolutivo lento y gradual.

El catastrofismo, que tuvo una aceptación generalizada a lo largo de la mayor parte de la historia humana, dominó la antigua mitología. En la época medieval el interés decayó un tanto, aunque los árabes siguieron de cerca a Aristóteles, que era un decidido creyente en las catástrofes. El interés se renovó en el mundo occidental durante los periodos del Renacimiento y la Reforma. Los eruditos consideraban que el diluvio bíblico era el acontecimiento catastrófico que explicaba características geológicas tan interesantes como que en las cimas de los Alpes aparecieran fósiles de animales que normalmente viven en el océano. Sin embargo, no pasó mucho tiempo antes de que en el horizonte aparecieran nuevas interpretaciones.

Hace dos siglos, el geólogo escocés James Hutton, famoso por sus controvertidos puntos de vista, publicó un famoso libro titulado *Teoría de la Tierra*. El libro defendía el uniformismo, y hacía hin-

3. Para más detalles, véanse Stephen J. Gould, "Is uniformitarianism useful?" [¿Es útil el uniformismo?], en P. Cloud, ed., *Adventures in earth history* [Aventuras en la historia terrestre] (San Francisco, California: W. H. Freeman and Co., 1970), pp. 51-53; A. Hallam, *Great geological controversies* [Grandes disputas geológicas], 2ª ed. (Oxford: Oxford University Press, 1989), pp. 30-64; T. Palmer, *Controversy: Catastrophism and evolution, the ongoing debate* [El conflicto entre el catastrofismo y la evolución: El debate interminable] (Nueva York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999).



capié en la importancia de los cambios geológicos lentos a lo largo de lapsos prolongados. Aflora su vigoroso enfoque naturalista (no había un Dios que interviniese en su explicación) cuando afirma que «ningún poder [ha de] emplearse que no sean naturales al globo terrestre, ninguna acción admitirse salvo aquellas cuyo principio conozcamos, y ningún acontecimiento extraordinario alegarse para explicar una apariencia común».<sup>4</sup> Concluye el libro con la famosa frase: «No hallamos vestigio alguno de un comienzo, ni perspectiva de un fin».<sup>5</sup> Su afirmación chocaba con mucha audacia con la idea bíblica entonces imperante de que Dios era el Creador, quien había creado la Tierra en seis días hace pocos miles de años. Además, dejaba de lado el gran diluvio catastrófico descrito en la Biblia que contaba con el espaldarazo de varios geólogos de primera línea en Gran Bretaña. No mucho después, otro libro se convirtió rápidamente en el tratado geológico más influyente jamás escrito. No solo había de revolucionar la geología, sino que también alteraría profundamente el pensamiento científico en su conjunto.

Los *Principios de geología* de Charles Lyell salieron de la imprenta por vez primera en 1830, y acabaron teniendo once ediciones. La obra, que respaldaba decididamente el uniformismo, defendía los efectos permanentes de los cambios lentos y graduales. A mediados de siglo, el uniformismo ya se había convertido en el punto de vista dominante en los círculos intelectuales, a la par que el catastrofismo iba menguando. El libro de Lyell era una de las «pertenencias más preciadas»<sup>6</sup> de Charles Darwin durante el épico viaje de descubrimientos que este emprendió alrededor del mundo a bordo del *Beagle*. Las prolongadas eras geológicas defendidas por el libro proporcionaban parte del tiempo necesario para los lentos cambios evolutivos que Darwin postulaba.

---

4. James Hutton, *Theory of the earth: With proofs and illustrations* [Teoría de la Tierra: Con pruebas e ilustraciones], tomo II (Edimburgo: s.p., 1795, reimpresso en 1959 por H. R. Engelmann [J. Cramer] and Wheldon and Wesley, Ltd.), p. 547.

5. Esta famosa declaración es citada por muchos autores, como, por ejemplo, N. Cohn, *Noah's flood: The Genesis story in Western thought* [El diluvio de Noé: El relato del Génesis en el pensamiento occidental] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1996), p. 102.

6. Hallam, *op. cit.*, p. 55. [Véase la nota 3.]

Lyell se había formado como abogado, y parte del éxito de su libro puede atribuirse a su habilidad para presentar sus puntos de vista, hecho ilustrado en una carta que escribió a su amigo y partidario George Poulett Scrope: «Si no irritamos, cosa que temo que podamos llegar a hacer, [...] nos los meteremos a todos en el bote. Si no los machacamos, sino que halagamos la liberalidad y el candor de la época actual, los obispos y los beatos progresistas se unirán a nosotros en el desprecio de los teólogos físicos [catastrofistas], antiguos y modernos. Es el momento preciso para asestar el golpe, así que gózate, pecador, de que la Q. R. [*Quarterly Review*] se te haya abierto de par en par». «Si Murray [editor del libro de Lyell] tiene que promocionar mis tomos, y tú esgrimes la geología de la Q. R., seremos capaces en poco tiempo de lograr un cambio total en la opinión pública».<sup>7</sup> Tal como esperaba, Lyell logró su objetivo, al menos en la comunidad geológica. Durante más de un siglo, la geología no toleró interpretaciones catastrofistas.

Aunque tanto Hutton como Lyell se oponían al modelo bíblico de los orígenes, y afrontaron mucha oposición de facciones religiosas, ninguno de los dos parece haber negado la existencia de Dios. Los historiadores han calificado a Hutton de ser en realidad un «hombre piadoso de puntos de vista conservadores»,<sup>8</sup> y consta que definía a Dios como «aquella Mente que formó la materia de este globo».<sup>9</sup> Es posible que Lyell haya tenido inclinaciones hacia el deísmo,<sup>10</sup> pero parece que creía que Dios estaba más involucrado de lo que esa perspectiva mantiene habitualmente. Aceptaba algunos aspectos de la evolución, pero creía que los seres humanos gozaban de un estatus especial en la creación, y «siempre negó que la humanidad pudiera haber evolucionado de criaturas simiescas».<sup>11</sup> Además, se dice de Lyell que «temía perder todo contacto con

7. K. M. Lyell, ed., *Life, letters and journals of Sir Charles Lyell, Bart.* [Vida, cartas y diarios de Sir Charles Lyell, *baronet*], tomo 1 (Londres: John Murray, 1881), pp. 271 (14 de junio de 1830), 273 (20 de junio de 1830).

8. Cohn, *op. cit.*, p. 102. [Véase la nota 5.]

9. Hutton, *op. cit.*, p. 551. [Véase la nota 4.]

10. M. Ruse, *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001), p. 34.

11. Palmer, *op. cit.*, p. ix. [Véase la nota 3.]

Jehová [Dios] si seguía a Darwin en lo que le parecía que era un amargo final». <sup>12</sup>

A comienzos del siglo XX, las largas eras postuladas por el uniformismo y la evolución estaban firmemente establecidas, y el término ‘catastrofismo’ se convirtió en una especie de palabra malsonante en la comunidad científica. Pero no todo encajaba. Algunas características observadas en las rocas no concordaban con la perspectiva imperante de cambios lentos que no dejaban lugar a catástrofes importantes. En la región sudeste del Estado de Washington encontramos una zona asombrosa fuertemente erosionada que abarca unos cuarenta mil kilómetros cuadrados de altas colinas aisladas y amplios cañones escarbados en durísima roca volcánica. Montículos de grava fluvial a distintos niveles y los restos de cientos de cataratas antiguas, algunas de hasta cien metros de altura, con grandes pozos erosionados a sus pies por la antigua cascada, testifican de un pasado sumamente inhabitual en esta zona. Los lugareños la conocen como *Channeled Scabland*, o sea, una zona de roca pelada por el flujo de cauces. ¿Cómo pudo tan siquiera desarrollarse un paisaje así? J. Harlen Bretz, geólogo librepensador, empezó a estudiar la región y tuvo una idea que era tan escandalosa para la época que encendió un conflicto que duró cuarenta años. ¡Bretz coqueteaba con la anticuada herejía del catastrofismo!

En 1923 publicó su primer informe científico sobre la región, <sup>13</sup> pero no divulgó sus sospechas de que hubiera habido una gran inundación catastrófica, y sugirió únicamente que su formación conllevó cantidades prodigiosas de agua. Meses más tarde, aquel mismo año, propuso en una segunda publicación <sup>14</sup> que una inundación pasajera generalizada había erosionado los cauces y depositado las inmensas restingas de grava. Aquello era catastrofismo flagrante; estaba en la misma categoría en que la creación se encuentra ahora en la mayoría de los círculos científicos: era totalmente inaceptable. La comunidad

12. E. Bailey, *Charles Lyell* (Garden City, Nueva York: Doubleday and Co., Inc., 1963), p. 191.

13. J. Harlen Bretz, “Glacial drainage on the Columbia Plateau” [Drenaje glacial de la meseta de Columbia], *Geological Society of America Bulletin* 34 (1923): 573-608.

14. Ídem, “The Channeled Scablands of the Columbia Plateau” [Las rocas peladas por el flujo de cauces de la meseta de Columbia], *Journal of Geology* 31 (1923): 617-649.

geológica tenía que ocuparse de aquel joven advenedizo que proponía ideas peligrosamente cercanas al diluvio bíblico.<sup>15</sup> Adoptar las ideas de Bretz suponía replegarse al catastrofismo de «la época oscura [...]». No podía tolerarse».<sup>16</sup>

Bretz, que era catedrático de geología en la Universidad de Chicago, se convirtió en protagonista de los esfuerzos coordinados de convicción realizados por la comunidad geológica. Aquel veleidoso compañero de profesión, que seguía publicando cosas catastrofistas, debía ser convertido. Sus colegas geólogos lo invitaron a presentar sus puntos de vista ante la Geological Society de Washington, D.C. Con la intención de rebatirlo, «se había congregado una auténtica falange de escépticos para debatir la hipótesis de la inundación».<sup>17</sup> Tras la ponencia de Bretz, cinco científicos del prestigioso Servicio Geológico de los Estados Unidos presentaron explicaciones alternativas, que invocaban la acción del hielo y otros procesos lentos. Sorprendentemente, dos de los objetores ¡ni siquiera habían visitado la *Channeled Scabland!* Según parece, nadie cambió de opinión en aquel encuentro. En cuanto al propio Bretz, continuó su investigación, cargada de un regusto catastrofista, frente a una continua oposición. Según sus palabras esta «herejía había que erradicarla».<sup>18</sup> Más tarde, los geólogos encontraron pruebas de un antiguo lago de grandes dimensiones que era probable que hubiese sido el origen de las aguas de la inundación que anegó la *Channeled Scabland*,<sup>19</sup> y las tensiones empezaron a disminuir, a la vez que

15. J. E. Allen, M. Burns y S. C. Sargent, *Cataclysm on the Columbia: A layman's guide to the features produced by the catastrophic Bretz floods in the Pacific Northwest* [El cataclismo del Columbia: Guía del lego sobre los rasgos del terreno producidos por las catastróficas inundaciones de Bretz en la costa pacífica noroccidental], *Scenic trips to the Northwest's geologic past*, N° 2 (Portland, Oregón: Timber Press, 1986), p. 44.

16. J. Harlen Bretz, "Introduction" [Introducción] (1978), en V. R. Baker, ed., *Catastrophic flooding: The origin of the Channeled Scabland* [Inundación catastrófica: El origen de la *Channeled Scabland*]. *Benchmark Papers in Geology* 55 (Stroudsburg, Pensilvania: Dowden, Hutchinson, and Ross, 1981), pp. 18, 19.

17. V. R. Baker, comentarios del editor sobre las ponencias 4, 5 y 6, en Baker, *op. cit.*, p. 60. [Véase la nota 16.]

18. J. Harlen Bretz, H. T. U. Smith y G. E. Neff, "Channeled Scabland of Washington: New data and interpretations" [La *Channeled Scabland* de Washington: Nuevos datos e interpretaciones], *Bulletin of the Geological Society of America* 67 (1956): 957-1049.

19. En cuanto a las disputas actuales sobre el número de inundaciones implicadas, véanse J. J.

cada vez más geólogos reconocían que la explicación de Bretz era la acertada.

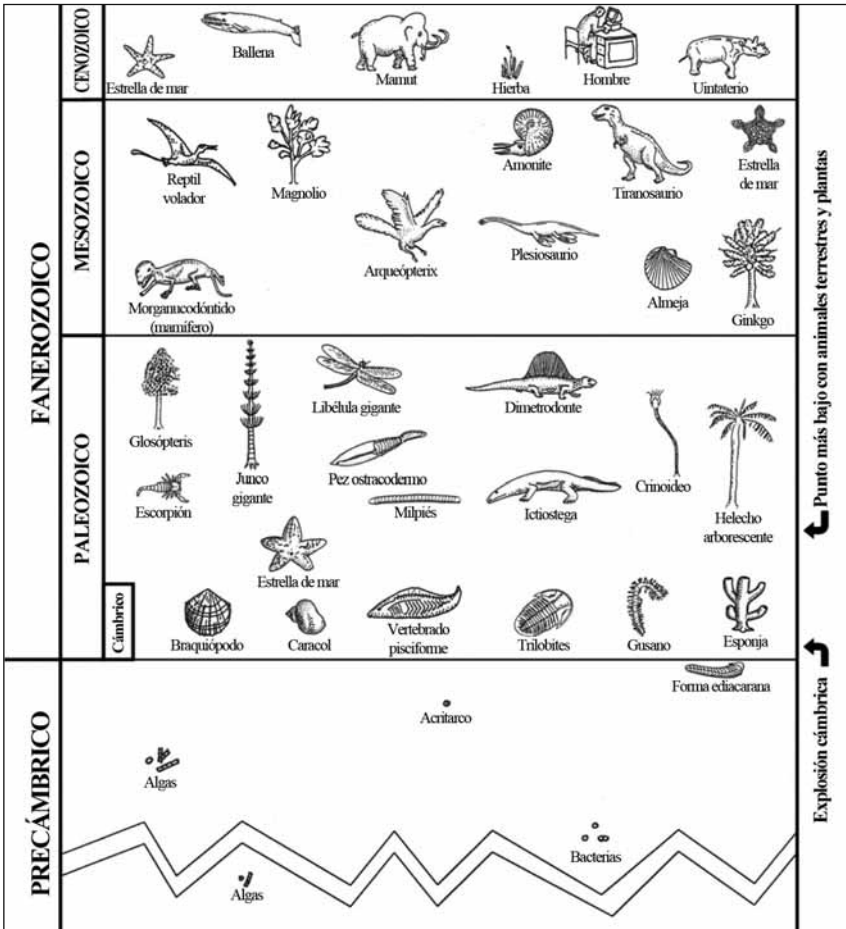
Al final, los datos de las rocas salieron victoriosos. En 1965 la International Association for Quaternary Research [Asociación Internacional para la Investigación del Cuaternario] organizó un viaje de estudio geológico a la zona para ver la evidencia de primera mano. Al final del viaje, Bretz, que no había podido asistir, recibió un telegrama de los participantes, quienes le enviaban saludos. El telegrama terminaba con esta afirmación: «Ahora todos somos catastrofistas».<sup>20</sup> Unos años después, Bretz recibió la Medalla Penrose, el reconocimiento más prestigioso de la Sociedad Geológica de los Estados Unidos. El catastrofismo había ganado, y Bretz también. Este “Noé” moderno y su igualmente indeseado diluvio habían sido vindicados.

A mediados del siglo XX algunas almas osadas empezaron a invocar otros acontecimientos catastróficos para explicar las rocas y los fósiles que contenían. Podemos estar agradecidos a los dinosaurios por el golpe de gracia al uniformismo estricto. ¿Cómo desapareció la totalidad de esos gigantes? Los científicos han propuesto muchas ideas. Un artículo científico enumeró cuarenta razones posibles, que iban de la estupidez de los animales a un cambio en la constante gravitatoria.<sup>21</sup> Después, en 1980, el premio Nobel Luis Álvarez, del campus de Berkeley de la Universidad de California, y otros,<sup>22</sup> sugirieron que la inusitada abundancia generalizada de iridio en los depósitos situados en la parte superior del periodo Cretácico (es decir, la capa superior de los estratos mesozoicos en la Figura 5.1)

---

Clague et al., “Paleomagnetic and tephra evidence for tens of Missoula floods in southern Washington” [Evidencia paleomagnética y de la tefra para decenas de desbordamientos del lago Missoula en la parte meridional de Washington], *Geology* 31 (2003): 247-250; J. Shaw et al., “The Channeled Scabland: Back to Bretz?” [La *Channeled Scabland*: ¿Vuelta a Bretz?], *Geology* 27 (1999): 605-608.

20. J. Harlen Bretz, “The Lake Missoula floods and the Channeled Scabland” [Las inundaciones del lago Missoula y la *Channeled Scabland*], *Journal of Geology* 77 (1969): 505-543.
21. G. L. Jepsen, “Riddles of the terrible lizards” [Misterios de los lagartos terribles], *American Scientist* 52 (1964): 227-246.
22. Luis Álvarez et al., “Extraterrestrial causes for the Cretaceous-Tertiary extinction: Experimental results and theoretical interpretations” [Causas extraterrestres de la extinción del Cretácico-Terciario: Resultados experimentales e interpretaciones teóricas], *Science* 208 (1980): 1095-1108.



**Figura 5.1** Divisiones principales de la columna geológica, a la izquierda, y ejemplos de algunos organismos representativos, en el centro. Obsérvese el marcado contraste entre el Precámbrico, que tiene pocos organismos pequeños, y el Fanerozoico, que cuenta con una gran variedad de organismos grandes.

provenía de un asteroide que había acabado con los dinosaurios. La asombrosa idea adquirió una extraordinaria popularidad en los medios de difusión y entre los geofísicos, pero otros grupos de científicos, en especial los paleontólogos (los que estudian los fósiles), tenían fuertes reservas. Hubo quienes cuestionaron la interpretación del asteroide, puesto que ciertos dinosaurios parecen desaparecer

antes en las capas fosilíferas, y las rocas también contienen pruebas de actividad volcánica generalizada, de incendios de extensión gigantesca o de una elevación de las temperaturas, lo que podría explicar la desaparición de los dinosaurios.<sup>23</sup>

Siguió habiendo debates sobre los detalles, pero se había abierto de par en par la puerta a las interpretaciones catastrofistas. Algunos han calificado el cambio de «gran avance filosófico»,<sup>24</sup> y abre la posibilidad a que haya catástrofes en todo el registro rocoso. Un geólogo admite que «se está reconociendo de forma creciente el importante papel de las grandes tormentas a lo largo de toda la historia geológica».<sup>25</sup> Otro geólogo habla de «acontecimientos extremos [...] de magnitudes tan enormes y devastadoras que no han sido observados científicamente, ni podrían serlo con toda probabilidad».<sup>26</sup> El catastrofismo ha vuelto por la puerta grande, pero no se trata del enfoque clásico de hace dos siglos, en el que el diluvio bíblico era el factor geológico dominante. En la actualidad los geólogos aceptan sin problemas muchos tipos de acontecimientos catastróficos, pero dan por sentado que pasó muchísimo tiempo entre ellos. El término neocatastrofismo (nuevo catastrofismo) está ganando aceptación como forma de identificar la perspectiva emergente.

Más importante es la lección que podemos aprender de los cambios en las interpretaciones. Durante milenios, los pensadores aceptaron que las catástrofes eran parte normal de la historia de la Tierra. Después, durante más de un siglo, las catástrofes casi desaparecieron de las explicaciones geológicas. Los geólogos tenían que interpretar que los cambios eran graduales y estaban circunscritos al ámbito de los procesos activos del presente. Ahora se vuelve a dar la bienvenida a las catástrofes. A veces ocurre que las ideas antiguas, otrora rechazadas, ¡eran, a fin de cuentas, las acertadas!

---

23. E. Dobb, "What wiped out the dinosaurs?" [¿Qué acabó con los dinosaurios?], *Discover* 23/6 (2002): 36-43; Hallam, *op. cit.*, pp. 184-215. [Véase la nota 3.]

24. E. Kauffman, citado en R. Lewin, "Extinctions and the history of life" [Las extinciones y la historia de la vida], *Science* 221 (1983): 935-937.

25. D. Nummendal, "Clastics" [Las rocas clásticas], *Geotimes* 27/2 (1982): 22, 23.

26. C. E. Brett, "A slice of the 'layer cake': The paradox of 'frosting continuity'" [Un pedazo del "pastel estratificado": La paradoja de la "continuidad glaseada"], *Palaios* 15 (2000): 495-498.

## ¿Qué es la columna geológica?

No hay lugar alguno al que podamos acudir a investigar las rocas de la Tierra en el que encontremos una alta columna geológica. La columna geológica es más un tipo de representación o de mapa, a menudo en una especie de formato en columna vertical. Ilustra una porción pequeña de una capa geológica superpuesta a otra, lo que muestra el orden y las principales divisiones de las capas de roca que se encuentran de forma generalizada por toda la superficie de la Tierra. Las capas inferiores de la columna constan de rocas que habrían sido las primeras en depositarse, estando las de deposición más reciente en la parte superior. La columna geológica ha desempeñado un papel fundamental en las discusiones sobre Dios y el tiempo.

Como suele ocurrir en el estudio de la naturaleza, la imagen de conjunto es más complicada de lo que parece a primera vista y de lo que nuestra mente tiende a imaginar. Lo normal es que cualquier zona concreta en la que nos fijemos carezca de muchas partes de la columna geológica. Sabemos que faltan porque las encontramos en otras regiones. Los geólogos componen la columna geológica completa comparando laboriosamente las rocas encontradas en una localidad, y especialmente los fósiles encontrados en ellas, con las de otra. La Figura 5.1 presenta una visión de conjunto de la columna geológica y de algunos de los fósiles característicos que se dan a diferentes niveles. Las cifras que hay a la izquierda de la Figura 5.3 representan las edades geológicas generalmente aceptadas para los fósiles y para las secuencias de rocas, pero tales dataciones afrontan serios retos. Consideraremos un ejemplo hacia el final de este capítulo. Aunque es probable que no haya ningún lugar de la Tierra que tenga una columna geológica completa, las principales divisiones están bien representadas en muchos lugares.

Una de las realidades descarnadas de la columna geológica es el marcadísimo contraste en los fósiles apreciable entre las capas precámbricas, que se encuentran abajo, y las fanerozoicas, colocadas encima (véase la Figura 5.1). En la porción inferior aparecen únicamente organismos esporádicos, normalmente microscópicos, mientras que



los avanzados están limitados esencialmente al Fanerozoico, situado encima. No es lo que cabría esperar de una evolución gradual; más tarde presentaremos las implicaciones de esto. También se ve una tendencia moderada hacia la complejidad creciente de los organismos según ascendemos en la parte fanerozoica, y los evolucionistas consideran que ello es una prueba contundente del avance evolutivo a lo largo de millones de años.

Algunos creacionistas interpretan que la columna geológica representa acontecimientos creativos repetitivos a lo largo de los eones; otros interpretan que el diluvio bíblico fue un acontecimiento catastrófico de gran magnitud y muy rápido que fue responsable de la parte fundamental de la columna geológica. Interpretan la ligera tendencia hacia la complejidad creciente de los fósiles según se asciende por la columna geológica como reflejo del orden de enterramiento de la distribución original de los organismos antes del diluvio.<sup>27</sup> Otros creacionistas niegan cualquier validez al orden de la columna geológica,<sup>28</sup> pero algunas de sus tentativas de invalidarla han resultado ser erróneas.<sup>29</sup>

## Muy poco tiempo en la columna geológica para el origen de la vida

Los evolucionistas dependen de la disponibilidad de muchísimo tiempo para los acontecimientos sumamente improbables que postulan, dependencia muy bien ilustrada por una famosa cita del premio Nobel George Wald. Refiriéndose a los dos mil millones de años para el origen de la vida, afirmó: «Con tanto tiempo, lo

---

27. H. W. Clark, *The new diluvialism* [El nuevo diluvialismo] (Angwin, California: Science Publications, 1946); Ariel A. Roth, "Genesis and the geologic column" [El Génesis y la columna geológica], *Dialogue* 15/1(2003): 9-12, 18.

28. Para detalles adicionales y referencias, véase R. L. Numbers, *The creationists* [Los creacionistas] (Nueva York: Alfred A. Knopf, 1992), pp. 79-81, 123-219.

29. Véanse A. V. Chadwick, "Of dinosaurs and men" [De dinosaurios y hombres], *Origins* 14 (1987): 33-40; G. J. Kuban, "Retracking those incredible man tracks" [El seguimiento de aquellas increíbles huellas humanas], *National Center for Science Education Reports* 9/4 (1989): 4 páginas, suplemento especial sin paginación; B. Neufeld, "Dinosaur tracks and giant men" [Huellas de dinosaurios y hombres gigantes], *Origins* 2 (1975): 64-76; Numbers, *op. cit.*, pp. 265-267. [Véase la nota 28.]

“imposible” se vuelve posible, lo posible probable, y lo probable casi seguro. Solo hay que esperar: el propio tiempo obra los milagros». <sup>30</sup> Desgraciadamente para el modelo evolucionista, ni siquiera la supuesta edad de quince mil millones de años del universo sirve de mucho cuando se evalúa en relación con nuestro conocimiento de la química de la vida y de la probabilidad matemática. En el capítulo 3 hablábamos de la escasísima probabilidad de que se formase una proteína o una célula diminuta mediante un acontecimiento que ocurriese una única vez. Sin embargo, si dispusiésemos de muchísimo tiempo, lo que nos daría muchos intentos, ello parecería aumentar tremendamente la posibilidad de éxito evolutivo. Sin embargo, en lo que al origen de la vida respecta, las probabilidades son tan minúsculas y el tiempo requerido es tan inmenso que los efectos de los miles de millones de años de tiempo geológico apenas pueden notarse. Cuando la evaluamos con meticulosidad, descubrimos que la evolución dispone de muy poco tiempo con respecto al que de verdad necesita. Dos ejemplos del tiempo que llevaría hacer simplemente una sola molécula proteínica específica ilustran los desafíos que debe afrontar la evolución.

Cuando estudiaba para obtener mi licenciatura, una de mis más preciadas pertenencias era el libro *Human Destiny* [El destino humano], del biofísico francés Lecomte du Noüy. El libro presenta varios asuntos desafiantes de gran relieve sobre los puntos de vista tradicionales en cuanto al origen de los seres humanos. En su primera parte, el libro de Du Noüy aborda el origen de la vida y ofrece algunos cálculos sobre la cantidad de tiempo necesaria para producir una molécula proteínica específica. Pese a su enfoque conservador del asunto, usa cifras que son generosas para los intereses de la evolución. Partiendo de una cantidad de átomos equivalente al número que compone nuestra Tierra, calcula que harían falta  $10^{239}$  billones de años para producir una molécula proteínica específica. <sup>31</sup> Ahora bien, téngase presente que los astrónomos dan por sentado

30. George Wald, “The origin of life” [El origen de la vida], *Scientific American* 191/2 (1954): 45-53.

31. Lecomte du Noüy, *Human destiny* (Nueva York: Longmans, Green, and Co., 1947), pp. 33-35.

que la Tierra tiene menos de cinco mil millones ( $5 \times 10^9$ ) de años y que cada dígito del exponente “239” en “ $10^{239}$ ” multiplica la cantidad de tiempo por diez. Aunque dispusiésemos de una cantidad de tiempo infinita, tendríamos de media un único tipo específico de molécula proteínica cada  $10^{239}$  billones de años. Sin embargo, dado que las moléculas primitivas no durarían mucho en las condiciones primitivas, *va a resultar en esencia imposible acumular las muchas moléculas requeridas*. Se necesitan muchas moléculas proteínicas para la vida. Quizá el lector recuerde que en la Tabla 3.1 se señaló que el microbio diminuto *Escherichia coli* tiene 4.288 tipos distintos de moléculas proteínicas. Los diversos tipos son replicados muchas veces más, hasta un total de las 2.400.000 moléculas proteínicas de un solo microbio, y el microbio también precisa de otros tipos de moléculas orgánicas. Como se mencionó anteriormente, aunque *E. coli* no es el organismo más pequeño que conocemos, tenemos un conocimiento mayor de él. Aun para la forma de vida independiente menor que hemos descubierto, seguimos necesitando como mínimo varios cientos de tipos diferentes de moléculas proteínicas específicas, de modo una cantidad infinita de tiempo intentando acumular frágiles moléculas proteínicas no parece que sea una solución plausible. No se puede postular que tales moléculas habrían evolucionado unas de otras, pues la vida aún no había comenzado. Estamos analizando circunstancias anteriores a la aparición de la primera forma de vida. Además, antes que nada, hay que tener juntas todas esas moléculas en el mismo sitio. A modo de ilustración, si tenemos todas las piezas de un automóvil esparcidas por todo el planeta, no se juntarán en el mismo lugar para montar un coche por muchísimos años que pasen.

Algunos evolucionistas señalan que, dado que los organismos tienen tantos tipos distintos de moléculas proteínicas, cualquiera de ellas podría servir de primera molécula proteínica, por lo que no es preciso que el tipo inicial de molécula proteínica sea tan específico. Pero tal sugerencia tiene dos problemas. En primer lugar, esa idea solo puede funcionar durante un instante fugaz al comienzo de la vida, porque muy pronto en el proceso de organizar la vida se requiere una molécula proteínica específica que se combine con la

primera para dar lugar a una disposición sensata que funcione de verdad. En segundo lugar, las proteínas son sumamente complicadas. El número total<sup>32</sup> de tipos posibles de moléculas proteínicas es de  $10^{130}$ . Es un número tan grande que la probabilidad de producir cualquiera de los cientos de los tipos diferentes de las proteínas específicas encontradas en los microorganismos más simples es una virtual imposibilidad. Recuérdese que en todo el universo conocido hay únicamente  $10^{78}$  átomos.

Otro estudio más reciente realizado por Hubert Yockey,<sup>33</sup> biólogo molecular del campus de Berkeley de la Universidad de California, no da resultados más alentadores que el que hemos mencionado de Du Noüy. Yockey se hace más o menos el mismo tipo de pregunta sobre cuánto tiempo habría llevado formar una molécula proteínica específica. Incluye información matemática y suposiciones más avanzadas, pero en lugar de partir de los átomos, como hizo Du Noüy, abordó únicamente la cuestión del tiempo requerido para ensamblar una proteína partiendo de aminoácidos a los que se supone ya disponibles. Aunque logra llegar a un tiempo más corto, sigue siendo sumamente largo. La cifra dada por Du Noüy refleja más de lo que cabría esperar en una Tierra primitiva. Yockey propone que la sopa primordial que postula la evolución<sup>34</sup> era del tamaño de los océanos actuales y que contenía  $10^{44}$  moléculas de aminoácidos.<sup>35</sup> Sus cálculos indican que en esa sopa llevaría, por término medio,  $10^{23}$  años formar una molécula proteínica específica. Ahora bien, puesto que la edad que se le supone a la Tierra es de menos de cinco mil millones de años ( $5 \times 10^9$ ), resulta que esa edad es por lo menos diez billones de veces más corta de la necesaria para producir una única molécula proteínica específica. Se puede suponer que, por

32. S. C. Meyer, "The explanatory power of design: DNA and the origin of information" [El poder explicativo del diseño: El ADN y el origen de la información], en W. A. Dembski, ed., *Mere creation: Science, faith, and intelligent design* [Mera creación: Ciencia, fe y diseño inteligente] (Downer's Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1998), pp. 113-147.

33. Hubert P. Yockey, *Information theory and molecular biology* [La teoría de la información y la biología molecular] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), pp. 248-255.

34. Abordado en el capítulo 3.

35. Se trata de una cifra comúnmente aceptada. Véase, por ejemplo, M. Eigen, "Self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules" [La autoorganización de la material y la evolución de las macromoléculas biológicas], *Die Naturwissenschaften* 58 (1971): 465-523.



**Figura 5.2** Gran Cañón del río Colorado. La flecha de la izquierda señala la ubicación de la explosión cámbrica. Las capas que hay por debajo de la flecha son precámbricas y las que están encima, fanerozoicas. La flecha de la derecha señala un supuesto salto temporal de cien millones de años en la columna geológica. Aquí faltan tanto el Ordovicense como el Silúrico, pero la capa subyacente presenta poca o ninguna erosión.

pura casualidad, la molécula proteínica precisa se ensamblara al comienzo de ese prolongado periodo, pero entonces tendríamos una sola molécula, y, por término medio, un tipo específico surgiría una única vez cada  $10^{23}$  años. El tiempo geológico es, se mire como se mire, demasiado corto.

Por supuesto, ni siquiera contamos con los cinco mil millones de años antes mencionados para que se forme la primera proteína, y menos para que la vida se originase en la Tierra. El escenario científico actual propone que la Tierra tiene una antigüedad de 4.600 millones de años, y que en su origen tenía una temperatura tan elevada que tuvo que estar enfriándose durante más de seiscientos millones de años antes de que pudiera iniciarse la vida.<sup>36</sup> Algunos científicos suponen que la vida empezó hace ya 3.850 millones de años,<sup>37</sup> aunque las pruebas que aducen son debatibles. Sin embar-

36. Harold J. Morowitz, *Beginnings of cellular life: Metabolism recapitulates biogenesis* [Los comienzos de la vida celular: El metabolismo recapitula la biogénesis] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1992), p. 31.

37. J. M. Hayes, "The earliest memories of life on earth" [Los primeros recuerdos de la vida en la

go, muchos coinciden en que, si nos basamos en la evidencia del isótopo de carbono para la vida y hallazgos fósiles discutibles, la vida se originó en la Tierra hace al menos 3.500 millones de años. La evidencia del isótopo de carbono se basa en el hecho de que los seres vivos tienden a absorber ligeramente más de la forma más ligera del carbono (carbono-12) que de las formas más pesadas (carbono-13 o 14), y esa selección aparece en las rocas. Sin embargo, estos resultados podrían estar causados por la contaminación de carbono procedente de vida hallada en otros lugares [*sic*]. Siendo generosos con la teoría de la evolución, podemos afirmar que, según sus diversas propuestas, la primera forma de vida habría aparecido en menos de quinientos millones de años, lo que se remontaría a un periodo situado entre 4.000 y 3.500 millones de años antes de nuestros días. Ese lapso es únicamente la décima parte de los cinco mil millones de años mencionados en nuestros cálculos anteriores. Sin embargo, teniendo en cuenta las improbabilidades extremas que estamos considerando, tales retoques secundarios casi no importan. Sencillamente, no hay suficiente tiempo.

En tales estudios probabilísticos siempre se pueden proponer otras suposiciones y otras condiciones para potenciar la posibilidad de éxito, pero cuando estamos ante lo que son esencialmente probabilidades imposibles, es difícil no llegar a la conclusión de que nos enfrentamos a un auténtico problema y que sería preciso considerar otras alternativas. Varios científicos lo han hecho y han propuesto otros modelos que ya hemos mencionado.<sup>38</sup> Sin embargo, todas ellas son explicaciones insatisfactorias, puesto que no aportan solución alguna al problema específico que plantean las moléculas proteínicas, es decir, a los requisitos específicos, complejos e integrados, que la vida demanda. Además, las proteínas no son lo único que hay que explicar: están además las grasas (lípidos), y también los hidratos de carbono. Sin embargo, todo ello es relativamente simple

---

Tierra], *Nature* 384 (1996): 21, 22; S. J. Mojzsis y T. M. Harrison, "Vestiges of a beginning: Clues to the emergent biosphere recorded in the oldest sedimentary rocks" [Vestigios de un comienzo: Claves de la biosfera emergente registradas en las rocas sedimentarias más antiguas], *GSA Today* 10/4 (2000): 1-6.

38. Véase el capítulo 3.

cuando se lo compara con el ADN, que almacena la información esencial de la vida.

Relacionados con la cuestión del origen de la vida están los debates recientes en cuanto a cómo identificar las primeras formas de vida. Los iconos incondicionales de la primera forma de vida en la Tierra se han visto rodeados de controversias escenificadas en varias revistas científicas<sup>39</sup> y en otros ámbitos. Lo que un día la ciencia consideró que eran hechos obvios sin vuelta de hoja ha resultado ser muy diferente después de estudios ulteriores. Un investigador de primera fila en esta disciplina comenta con mucho acierto que «para cada interpretación hay una contrainterpretación equivalente».<sup>40</sup> Parece que varias de las rocas más importantes en las que se había supuesto que se daban las formas de vida más antiguas no son del tipo que se alegaba, y sus fósiles son únicamente cosas que se parecen a los fósiles pese a que en realidad son cosas distintas. Este problema ha contrariado en gran medida el estudio de los fósiles precámbricos. Solo algunos de los hallazgos son claramente indiscutibles. Un investigador enumera casi trescientas especies a las que se ha dado nombre y que probablemente sean dudosas o falsos fósiles.<sup>41</sup> No es esta una disciplina en la que podamos desear aceptar sin más lo que leemos en la bibliografía científica.

## La explosión cámbrica: ¿*Big Bang* de la evolución?

¿Sugiere el registro fósil que la vida evolucionó gradualmente durante 3.500 millones de años? ¡En absoluto! Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los paleontólogos —es decir, los cien-

---

39. Para algunas reseñas generales y referencias, véanse J. Copley, “Proof of life” [Fe de vida], *New Scientist* 177 (2003): 28-31; R. A. Kerr, “Reversals reveal pitfalls in spotting ancient and E.T. life” [Las inversiones revelan dificultades en la detección de vida antigua y extraterrestre], *Science* 296 (2002): 1384, 1385; S. Simpson, “Questioning the oldest signs of life” [Cuestionamiento de los indicios de vida más antiguos], *Scientific American* 288/4 (2003):70-77.

40. Copley, *loc. cit.* [Véase la nota 39.]

41. H. J. Hofmann, “Proterozoic and selected Cambrian megascopic dubiofossils and pseudofossils” [Dubiofósiles y pseudofósiles megascópicos proterozoicos y de parte del Cámbrico], en W. J. Schopf y C. Klein, eds., *The Proterozoic biosphere: A multidisciplinary study* [La biosfera proterozoica: Estudio multidisciplinar] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), pp. 1035-1053.

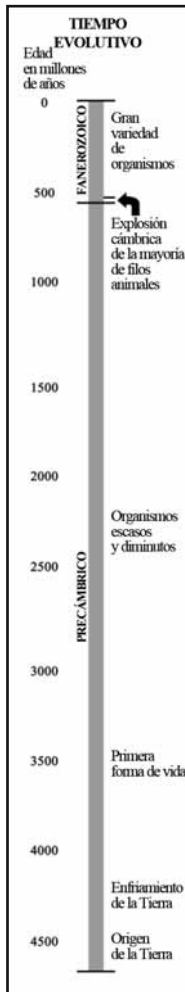
tíficos que estudian los fósiles— creen que la vida se originó hace aproximadamente 3.500 millones de años. Lo asombroso es que durante la mayor parte del tiempo que se postula que ha habido desde entonces no ha habido casi avance evolutivo de ningún tipo. Después de que transcurrieran lo que se supone que fueron tres mil millones de años, lo que equivale a las cinco sextas partes del tiempo evolutivo, la mayor parte de los organismos seguían consistiendo en una sola célula (Figura 5.1). La prolongada época del Precámbrico en su conjunto no muestra ningún aumento significativo en la complejidad.

Ascendiendo por la columna geológica, llegamos a la parte del Fanerozoico y, de repente, nos topamos con lo que los evolucionistas llaman la explosión cámbrica (Figuras 5.1 y 5.2, Gran Cañón, flecha de la izquierda), en la que aparecen repentinamente gran número de los tipos zoológicos básicos. Los geólogos denominan filos a estos tipos, y representan los grupos fundamentales del reino animal. Cada grupo está definido por diferencias fundamentales de su diseño corporal. Ejemplos fácilmente identificables de filos son los de los caracoles (moluscos), las esponjas, las estrellas de mar (equinodermos) y el de los animales con columna vertebral, como los peces y los seres humanos (cordados).

Los evolucionistas atribuyen únicamente entre cinco y veinte millones de años a la explosión cámbrica,<sup>42</sup> pero los límites temporales están muy difusos. Siendo generosos con la evolución, podemos afirmar que la explosión cámbrica ocupó menos del 2% de todo el tiempo evolutivo. En proporción, si el tiempo evolutivo durase una hora, la mayoría de los filos animales aparecerían en menos de un minuto. La Figura 5.3 (flecha de la izquierda) y la Figura 5.1 (flecha negra inferior, a la derecha) muestran de forma gráfica la relación temporal de la explosión cámbrica. Samuel Bowring, del Massachusetts Institute of Technology, especializado en la datación

42. Por ejemplo, S. A. Bowring y D. H. Erwin, "A new look at evolutionary rates in deep time: Uniting paleontology and high-precision geochronology" [Repaso de los ritmos evolutivos en el tiempo profundo: La conjunción de la paleontología y la geocronología de alta precisión], *GSA Today* 8/9 (1998): 1-8; S. A. Bowring et al., "Calibrating rates of early Cambrian evolution" [Calibración de las primeras fases de la evolución cámbrica], *Science* 261 (1993): 1293-1298; C. Zimmer, "Fossils give glimpse of old mother lamprey" [Los fósiles dan una vislumbre de una vieja lamprea], *Science* 286 (1999): 1064, 1065.





**Figura 5.3** La escala temporal de la evolución. La flecha negra señala la explosión cámbrica, en la que aparecen por vez primera la mayoría de los filos animales. Llevó menos del 2% del tiempo total que se postula. Esta escala temporal no cuenta con el respaldo del autor.

de rocas, comenta sarcásticamente: «Y lo que me gusta preguntar a algunos de mis amigos biólogos es a qué velocidad puede ir la evolución antes de que empiecen a sentirse incómodos». <sup>43</sup> Un estudio integral <sup>44</sup> de la distribución de fósiles señala que en el Precámbrico aparecen únicamente tres diseños corporales de filos animales (*Cnidaria*, *Porifera* y lo que parecen ser huellas dejadas por gusanos), y no lo hacen muy abajo, sino cerca de las capas cámbricas. <sup>45</sup> En el Cámbrico (de unos cincuenta millones de años de duración) aparecen diecinueve diseños corporales en los filos fósiles, ¡y solo seis en la totalidad de los periodos geológicos posteriores, que representan quinientos millones de años!

Hay otras explosiones. Algunos sugieren una pequeña “explosión de

43. Según se cita en M. Nash, “When life exploded” [Cuando la vida explotó], *Time* 146/23 (1995): 66-74.

44. S. C. Meyer, M. Ross, P. Nelson y P. Chien, “The Cambrian explosion: biology’s big bang” [La explosión cámbrica: El *Big Bang* de la biología], en J. A. Campbell y S. C. Meyer, eds., *Darwinism, design, and public education* [Darwinismo, diseño y educación pública] (East Lansing, Michigan: Michigan State University Press, 2003), pp. 323-402; véanse también el Apéndice C, “Stratigraphic first appearance of phyla body plans” [La primera aparición estratigráfica de los diseños corporales de los filos], pp. 593-598; y el Apéndice D, “Stratigraphic first appearance of phyla-subphyla body plans” [La primera aparición estratigráfica de los diseños corporales de los filos y subfilos], pp. 599-604.

45. J. W. Valentine, *On the origin of phyla* [El origen de los filos] (Chicago: University of Chicago Press, 2004); ídem, “Prelude to the Cambrian explosion” [El preludio de la explosión cámbrica], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 30 (2002): 285-306.

Ávalon” de extraños animales ediacaranos (Figura 5.1) inmediatamente por debajo de la explosión cámbrica. Más arriba en las capas fosilíferas encontramos ráfagas de cambio de menor intensidad, como «la explosión de los placentados en el Paleoceno»<sup>46</sup> que entraña la mayoría de los grupos mamíferos modernos. Encontramos la misma situación en la mayoría de los grupos de aves vivas. Según la escala temporal normal de la geología, cada una de esas explosiones tuvo una duración de menos de doce millones de años, lapso que apenas deja tiempo para todos los cambios imaginados. Normalmente, una especie está presente en el registro fósil de uno a tres millones de años; por lo tanto, según esa evidencia, ¡hay tiempo para que únicamente una docena de especies sucesivas produjeran los variados tipos de la mayoría de las aves y de los mamíferos vivos! Reflexionando sobre tan breve tiempo para la evolución de tantos tipos tan variados de mamíferos, un evolucionista comenta que «esto es claramente absurdo»,<sup>47</sup> y sugiere algún tipo de evolución rápida a modo de solución. Otros evolucionistas intentan resolver el problema sugiriendo que las nuevas especies se segregaron de la generación de especies fósiles en un periodo temprano, reduciéndose así el tiempo para que apareciera una nueva especie. Sin embargo, para reducir significativamente la paradoja temporal, hay que postular una cantidad tremenda de segregación del todo fortuita. Cabría esperar que toda esta actividad quedase abundantemente reflejada en el registro fósil, pero parece que no hay casi vestigios de tal cosa.<sup>48</sup> Intentar explicar tales explosiones biológicas de esta manera cae, desde luego, en la categoría de las omisiones intencionadas.

El grave problema que afronta la evolución es cómo lograr que se den a la vez varias mutaciones aleatorias para que resulte un valor de supervivencia para las partes interdependientes en vías de evo-

46. M. J. Benton, *Paleontología y evolución de los vertebrados* (Lleida: Perfils, 1995), pp. 256, 257.

47. S. M. Stanley, *The new evolutionary timetable: Fossils, genes, and the origin of species* [El nuevo cronograma evolutivo: Los fósiles, los genes y el origen de las especies] (Nueva York: Basic Books, Inc., Publishers, 1981), p. 93.

48. Para más información, el lector puede consultar las perspicaces deducciones matemáticas de M. Foote, “On the probability of ancestors in the fossil record” [Sobre la probabilidad de ancestros en el registro fósil], *Paleobiology* 22/2 (1996): 141-151.

lución de los nuevos sistemas. Aunque los microorganismos, de reproducción rápida, pueden experimentar cambios pequeños en poco tiempo, no ocurre lo mismo en los organismos avanzados, que a veces pueden requerir que pasen años entre generaciones sucesivas. Los cálculos de Michael Behe<sup>49</sup> indican que las eras geológicas, pese a su longitud, resultan demasiado breves para dar cumplida explicación de las improbabilidades que hay en juego. Se trata de un problema especialmente agudo en organismos avanzados como los reptiles, las aves y los mamíferos, que se reproducen lentamente; y tales organismos aparecen abundantemente en el registro fósil.

La aparición abrupta de tipos fundamentales de los reinos animal y vegetal se parece más a una creación obra de Dios que a un desarrollo evolutivo gradual. La evolución precisa de mucho tiempo para dar cabida a acontecimientos casi imposibles necesarios para producir formas de vida tan variadas y complejas. Sin embargo, los muchos tipos fósiles que aparecen de repente sugieren que casi no transcurrió tiempo apreciable. Por otro lado, los que somos partidarios de la hipótesis de Dios vemos en la explosión cámbrica evidencia de la capacidad creadora de la divinidad. Algunos lo interpretan específicamente como evidencia del primer grupo de organismos enterrados durante el catastrófico diluvio bíblico.

## **La nueva tendencia del evolucionismo: La cladística**

Se ha venido gestando en la biología una revolución tranquila, de la que el público apenas es consciente. Nuestra forma normal de contemplar los organismos mediante sus agrupaciones tradicionales está siendo sustituida por una «forma completamente evolutiva de contemplar la naturaleza».<sup>50</sup> Es una forma muy diferente de interpretar la variedad de organismos que encontramos. El factor determinante en la agrupación de los organismos está pasando a ser la supuesta ascendencia evolutiva de un organismo, no su aspecto.

---

49. Michael J. Behe, *The edge of evolution: The search for the limits of Darwinism* [El borde de la evolución: La búsqueda de los límites del darwinismo] (Nueva York: Free Press, 2007), pp. 44-63.

50. K. Padian, "What the media don't tell you about evolution" [Lo que los medios no nos dicen sobre la evolución], *Scientific American* 282/2 (2000): 102, 103.

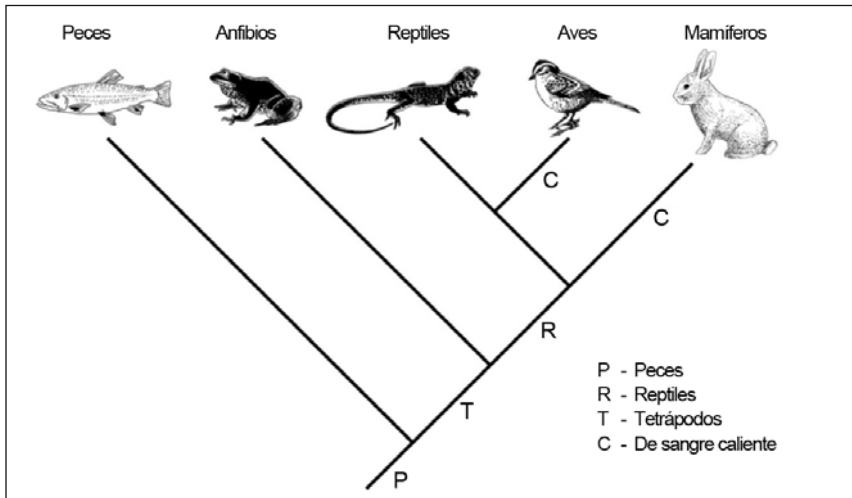
Tal razonamiento permite a los evolucionistas afirmar que las aves son dinosaurios, pues consideran que los dos grupos comparten más características únicas (factores derivados o sinapomorfias) entre sí que entre otros grupos.<sup>51</sup> Estos novedosos estudios han introducido sofisticadas mejoras en el análisis, haciéndose especial hincapié en ciertas características únicas, como huesos largos en el cuello, etcétera, que no aparecen en otros grupos. Ello se contrapone a fijarse en características generales inespecíficas, como se ha hecho habitualmente cuando se clasifican organismos como serpientes o aves.

Estas comparaciones consideran gran variedad de diferentes factores, y en los seres vivos las similitudes en el ADN a menudo afloran como criterios fundamentales. Los investigadores dan por sentado que cuanto más similar sea la estructura del ADN en dos tipos de organismos, más estrecha es la relación evolutiva que los une y menos tiempo ha transcurrido desde que los organismos evolucionaron el uno del otro. Ello tiene perfecto sentido si se da por sentada la evolución. Pero las similitudes en el ADN son sencillamente lo que cabría esperar de una creación por parte de Dios. El ADN determina cómo será el organismo. Por tanto, huelga decir que organismos similares tendrán ADN similar, y que cuanto más estrechas sean las similitudes, más cercano será el patrón del ADN, hayan evolucionado los organismos, o hayan sido creados.

A veces los científicos ilustran las relaciones evolutivas trazando líneas de conexión en diagramas denominados cladogramas, que pueden darse con formas e interpretaciones un tanto diversas. En estos diagramas, los organismos con relación evolutiva forman un grupo, al que se denomina clado, que puede ser de cualquier tamaño, dependiendo de qué características únicas se estén considerando. Usando el tipo oportuno de características “únicas”, es posible hacer un clado gigantesco que englobe todos los seres vivos y que encaje en la creencia evolucionista de que todas las formas vivas están emparentadas. La Figura 5.4 es un cladograma simplificado de todos los vertebrados actuales. Los vertebrados sirven de ejemplo por todos conocido, y un libro de texto básico de paleon-

---

51. El capítulo 6 considerará más detenidamente la cuestión de la evolución de las aves.



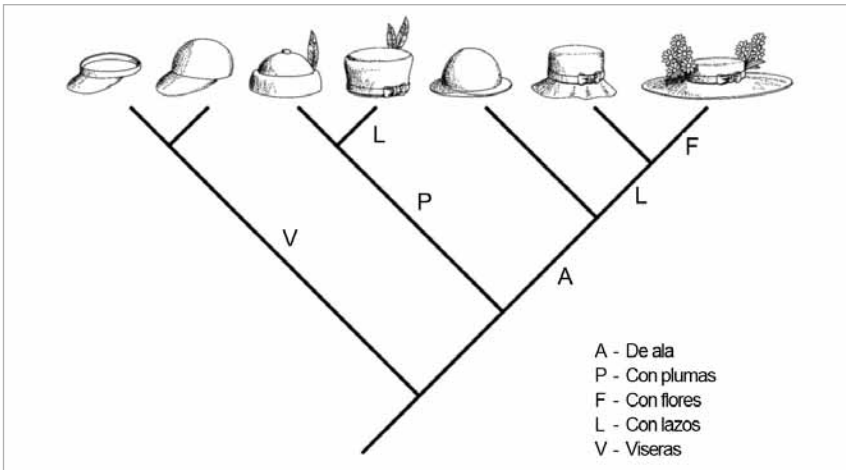
**Figura 5.4** Ilustración de un tipo simple de cladograma de los vertebrados vivos. Considera que la evolución se produce en sentido ascendente siguiendo las líneas del diagrama hasta las formas vivas ilustradas en la parte superior. Las letras que hay junto a las líneas designan la aparición de nuevas características únicas. En este modelo, obsérvese que la característica de la sangre caliente, C, evolucionó independientemente para las aves y los mamíferos mediante evolución paralela. Fijarse en más detalles de las características de los diferentes grupos, lleva a relaciones diferentes y más complicadas. Algunos ya no consideran que los reptiles sean un grupo válido.

tología usaba este cladograma para introducir el concepto. Según ascendemos por las líneas del cladograma, las propias líneas sugieren las características únicas objeto de interés. En ese diagrama, la designación “Tetrápodos” se refiere a las cuatro extremidades de todos los grupos que hay según se asciende a partir de ese punto. Sin embargo, la imagen real de conjunto se complica más. Cuando abordamos factores únicos más detallados *dentro* de los vertebrados, se obtiene una relación diferente, más compleja, para los vertebrados que la mostrada en la Figura 5.4.<sup>52</sup> Por ejemplo, en la actualidad no se considera que la tradicional clase reptil (lagartos, cocodrilos, tortugas, serpientes) sea un grupo (clado) válido, porque comparte demasiadas características con otros grupos, en

52. R. Cowen, *History of life* [Historia de la vida], 3ª ed. (Malden, Massachusetts: Blackwell Science, Inc., 2000), Figura 3.9.

especial con las aves.<sup>53</sup> Es preciso no perder de vista que el uso indiscriminado de características únicas puede sugerir a veces relaciones evolutivas muy peculiares, como que los dipnoos (peces que disponen de un tipo peculiar de pulmón) estén más estrechamente relacionados con las vacas que con otros peces.<sup>54</sup>

Por lo general, los cladogramas indican en el diagrama qué factores específicos consideran importantes en la determinación del patrón evolutivo sugerido. La selección de estos factores puede ser difícil, y, demasiado a menudo, se supone, sin más, que características similares, como el ojo de un calamar y de un pez, que tienen la misma estructura básica, evolucionaron independientemente más de una vez (evolución paralela, convergencia) y que, por lo tanto,



**Figura 5.5** Ilustración de un cladograma simple que muestra las relaciones entre los sombreros de señora. La evolución se produciría siguiendo las líneas del diagrama en sentido ascendente. Obsérvese que los sombreros con lazos, L, evolucionaron independientemente dos veces para tipos diferentes de sombreros mediante evolución paralela. El diagrama ilustra que es posible hacer cladogramas de muchas cosas, incluyendo artículos creados, como los sombreros de señora. Algunos evolucionistas señalan que los cladogramas no representan necesariamente relaciones evolutivas, aunque ello se deduzca a menudo.

53. Benton, *op. cit.*, p. 32 [véase la nota 46]; Cowen, *op. cit.*, p. 50 [véase la nota 52].

54. H. Gee, *In search of deep time: Beyond the fossil record to a new history of life* [En busca del tiempo profundo: Más allá del registro fósil hacia una nueva historia de la vida] (Nueva York: Free Press, 1999), p. 145.

no están relacionadas. Ese tipo de planteamiento introduce mucha conjetura al tratar de determinar las relaciones evolutivas. Por otro lado, los cladogramas pueden ser sumamente sofisticados y pueden representar un proceso complicado que analice minuciosamente las similitudes únicas que se encuentran entre grupos de organismos usando la vía más directa posible para representar las relaciones. El auténtico problema de los cladogramas es que los patrones no significan necesariamente que los organismos evolucionaran de la forma que se sugiere o de ninguna otra, y algunos evolucionistas señalan este hecho. Su uso suele implicar evolución, pero en realidad muestran similitudes únicas, no evolución. Podemos “jugar” a hacer cladogramas con muchas cosas diferentes, como juguetes o casas. La Figura 5.5 ilustra lo que se propone como un “cladograma” de la evolución de los sombreros de señora, pero todos sabemos que no evolucionaron por sí mismos unos de otros, ni de un sombrero que fuese su antepasado común. Antes bien, alguien los diseñó. La realidad en cuanto a la relación de los organismos puede ser muy distinta de lo que ilustran los cladogramas.

## Obviar los fósiles

Hay otra tendencia científica reciente que tiene mucho que ver con el tiempo. Aunque los fósiles nos dan los mejores indicios de que disponemos sobre la vida antigua en la Tierra, los investigadores hacen caso omiso de algunas evidencias importantes del registro fósil cuando parece oportuno. Tal comportamiento ha desatado muchas disputas. Aunque un experto que lo respalda comenta que «no nos parece que el tiempo sea particularmente importante», otro que es más cauteloso afirma que «muchísimo de esto no es más que palabrería». <sup>55</sup> Puede que resulte que esta sea una de esas magníficas malas ideas. No sabemos qué camino emprenderá la ciencia, pero simplemente la tendencia en sí es alarmante.

---

55. Según cita R. L. DiSilvestro, “In quest of the origin of birds” [En busca del origen de las aves], *BioScience* 47 (1997): 481-485.

Este nuevo enfoque permite a los evolucionistas explicar problemas como la explosión cámbrica, puesto que en su paradigma<sup>56</sup> el ADN les indica que los filos animales evolucionaron unos de otros mucho antes.<sup>57</sup> Su razonamiento es que, puesto que los cambios en el ADN son muy lentos, y puesto que las diferencias entre el ADN de los diversos filos animales son grandes, los filos tienen que haber evolucionado mucho antes de que sus fósiles aparecieran por vez primera en las rocas. Una vez más, esto raya en ciencia puramente especulativa.

Para determinar con cuánta celeridad cambia el ADN, los científicos usan el reloj molecular, que con frecuencia emplea un tiempo geológico, que se da por sentado, para calcular ritmos de cambio. Lamentablemente, el reloj molecular ha resultado ser muy poco fiable.<sup>58</sup> Los investigadores aluden a la «extrema tasa de variación del reloj molecular»<sup>59</sup> y señalan que los «problemas a la hora de establecer puntos precisos de calibración, filogenias debidamente arraigadas y cálculos precisos de la longitud del ramal siguen siendo formidables».<sup>60</sup> James Valentine, paleontólogo de gran prestigio del campus de Berkeley de la Universidad de California, expresa que «desgraciadamente, los ritmos de evolución molecular no son regulares, como los de un reloj. Las distintas partes de las molé-

56. El capítulo 6 abordará detenidamente el concepto de paradigma.

57. R. A. Fortey, D. E. G. Briggs y M. A. Wills, "The Cambrian evolutionary 'explosion': Decoupling cladogenesis from morphological disparity" [La "explosión" evolutiva cámbrica: El desacoplamiento de la cladogénesis y la disparidad morfológica], *Biological Journal of the Linnean Society* 57 (1996): 13-33; A. B. Smith y K. J. Peterson, "Dating the time of origin of major clades: Molecular clocks and the fossil record" [La datación del momento de origen de los cladros principales: Los relojes moleculares y el registro fósil], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 30 (2002): 65-88; Valentine, "Prelude to the Cambrian explosion" [véase la nota 45].

58. Francisco J. Ayala, "Vagaries of the molecular clock" [Caprichos del reloj molecular], *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94 (1997): 7776-7783; ídem, "On the virtues and pitfalls of the molecular evolutionary clock" [De las virtudes y los defectos del reloj molecular evolutivo], *Journal of Heredity* 77 (1986): 226-235; Smith y Peterson, *art. cit.* [véase la nota 57].

59. L. Vawter y W. M. Brown, "Nuclear and mitochondrial DNA comparisons reveal extreme rate variation in the molecular clock" [Las comparaciones del ADN nuclear y mitocondrial revelan una variación extrema de la tasa de variación del reloj molecular], *Science* 234 (1986): 194-196.

60. Smith y Peterson, *loc. cit.* [Véase la nota 57.]



culas evolucionan a ritmos distintos, dentro de un mismo linaje, las moléculas varían en su velocidad de cambio con el paso del tiempo, las distintas moléculas evolucionan a ritmos diferentes y las moléculas homólogas de taxones diferentes evolucionan a velocidades diversas». <sup>61</sup>

A pesar de tales deficiencias, se sugiere que la evolución de algunos de los tipos zoológicos básicos puede haberse dado ya en un punto situado entre quinientos y mil millones de años antes de la explosión cámbrica, <sup>62</sup> pese a que, en realidad, no hemos hallado casi ningún fósil relevante correspondiente a ese lapso. Tiene una duración igual de prolongada, o incluso el doble, que el tiempo propuesto para la evolución de casi todos los organismos desde la explosión cámbrica hasta el presente. Los paleontólogos, que estudian los fósiles y prestan más atención a su significación, han sido más cautos en sus cálculos de cuánto tiempo antes del Cámbrico evolucionaron los diversos animales unos a partir de otros. Recordemos que las capas cámbricas y la explosión cámbrica se encuentran en la base del Fanerozoico, y en ellas encontramos muchísimos tipos diferentes de especies animales perfectamente preservadas, amén de una ausencia casi total debajo de ellas. Para explicar esa súbita aparición, los evolucionistas echan mano de escasos fósiles diminutos y de dudosas huellas dejadas por animales que se hallan en el Precámbrico. Si la evolución de los filos animales hubiese tenido lugar antes de la explosión cámbrica, deberíamos encontrar al menos miles de fósiles animales precámbricos válidos que representasen animales que estaban evolucionando a otros tipos, pero no se encuentra casi ninguno.

Resulta especialmente deprimente ver tal cantidad de investigadores desoyendo los datos válidos de que disponemos respecto de la

---

61. Valentine, "Prelude to the Cambrian explosion". [Véase la nota 45.]

62. *Ibid.*; D. Y.-C. Wang, S. Kumar y S. B. Hedges, "Divergence time estimates for early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi" [Cálculos temporales de divergencia para la historia primitiva de los filos animales y el origen de las plantas, los animales y los hongos], *Proceedings of the Royal Society of London*, B, 226/1415 (1999): 163-171; G. A. Wray, J. S. Levinton y L. H. Shapiro, "Molecular evidence for deep Precambrian divergences among Metazoan phyla" [Evidencia molecular de profundas divergencias precámbricas entre los filos metazoarios], *Science* 274 (1996): 568-573.

distribución de los fósiles debido a las nuevas tendencias en la clasificación evolucionista. Que tantos científicos estén dispuestos a hacer algo así revela lo fácil que resulta que la teoría, y no los hechos de la naturaleza, pueda ser el motor de la ciencia. Hace más de cincuenta años, Richard Lull, célebre paleontólogo y director del Peabody Museum, de prestigio en el mundo entero y sito en la Universidad de Yale, presentaba los fósiles como «el tribunal supremo de apelaciones cuando la doctrina de la evolución se presenta ante el aparato judicial». <sup>63</sup> Puede que así fuera entonces, pero ahora, cuando el registro fósil afirma serios problemas para la evolución, varios científicos no prestan atención alguna al mismo. El tribunal supremo de apelaciones para la evolución puede llegar a ser únicamente una dudosa aplicación del supuesto reloj molecular y la presuposición refractaria a todo debate de que la evolución tuvo lugar.

## Los eslabones perdidos

Cuando descendemos por los estratos rocosos y nos fijamos en su contenido, descubrimos muchos cientos de tortugas fósiles. Algunas son enormes, de más de tres metros de longitud. Después, por debajo de las tortugas que están más al fondo, ya no encontramos los eslabones evolutivos entre ellas y un supuesto ancestro evolutivo de la tortuga que tenía forma de lagarto. Las tortugas, como tipo zoológico específico, aparecen repentinamente en el registro fósil, y lo hacen plenamente formadas. Pasa lo mismo con los fósiles de aquellos amenazadores reptiles voladores denominados pterosaurios, al igual que con los murciélagos fósiles y con muchos otros grupos, incluyendo los muchos filos animales de la explosión cámbrica (Figura 5.1). El problema evolutivo que plantea la explosión cámbrica no es solo que aparezcan muchísimos filos animales en un tiempo comparativamente despreciable; es también que por debajo de la explosión cámbrica no encontramos los fósiles de las formas intermedias de las que deberían haber evolucionado los diversos

63. R. S. Lull, *Fossils: What they tell us of plants and animals of the past* [Los fósiles: Lo que nos dicen de las plantas y los animales del pasado] (Nueva York: The University Society, 1931, 1935), p. 3.

filos. Otros grupos importantes de organismos también tienden a aparecer de forma abrupta en el registro fósil. Hay que insistir en que, si de verdad hubiesen evolucionado, deberíamos hallar los fósiles de todo tipo de formas intermedias por debajo de ellos, como reflejo del lento desarrollo mediante el cual la evolución generaba una gran variedad de filos.

Charles Darwin era perfectamente consciente del problema, y lo reconoció con franqueza en *El origen de las especies*: «Pero el número de variedades intermedias que han existido en otro tiempo tiene que ser verdaderamente grande, en proporción, precisamente, a la enorme escala en que ha obrado el proceso de exterminio. ¿Por qué, pues, cada formación geológica y cada estrato no están repletos de estos eslabones intermedios? La geología, ciertamente, no revela la existencia de tal serie orgánica delicadamente gradual, y es esta, quizá, la objeción más grave y clara que puede presentarse en contra de mi teoría».<sup>64</sup> Darwin dedica a continuación muchas páginas a explicar que la razón por la que no tenemos los eslabones intermedios es la notoria imperfección del registro geológico. Habla de partes de la columna geológica que faltan en muchos lugares a lo largo y ancho de la Tierra y se refiere de forma casual a la llamativa característica de que la capa subyacente en tales discontinuidades no muestra los efectos del tiempo. Al hacerlo, plantea sin darse cuenta un problema significativo para las prolongadas eras necesarias para el lento proceso evolutivo que propone. Podemos saber que hay una discontinuidad en la columna geológica porque las partes que faltan, especialmente los fósiles característicos, se dan en otras partes de la Tierra en la secuencia apropiada. Además, Darwin habla de «los muchos casos registrados de una formación cubierta concordantemente, después de un inmenso espacio de tiempo, por otra formación posterior, sin que la capa subyacente haya sufrido en el intervalo ningún desgaste ni dislocación».<sup>65</sup> Con “concordantemente” Darwin quiere decir que la capa que está inmediatamente por debajo de la discontinuidad, la que se supone que es mucho más

---

64. Charles Darwin, *El origen de las especies* (Madrid: Espasa Calpe, 1998), p. 376.

65. *Ibid.*, p. 383.

antigua, y la capa mucho más joven que está inmediatamente por encima de ella, mantienen un contacto plano entre sí. Puesto que la capa subyacente es plana, se deduce que jamás existió el «enorme intervalo temporal» que sugiere, porque no hay señal de los rigores del tiempo, como la erosión irregular que cabría esperar. Los geólogos dan a estas discontinuidades importantes, en las que no hay evidencia en las rocas de los estratos correspondientes, la denominación de paraconformidades. Pero si encuentran evidencia de una erosión ligera, los denominan disconformidades. La ausencia de desgaste y dislocación en estas discontinuidades planas hace que resulte difícil identificarlas, y es preciso estudiar minuciosamente los fósiles para dar con ellas. Como el periodo sin cobertura en algunas pólizas, no hay nada que represente la discontinuidad. Sin embargo, su abundancia en el registro fósil y la lisura de sus contactos suscitan un serio interrogante sobre la validez de las prolongadas eras geológicas, incluido el complicado proceso de la datación radiométrica usado a menudo para establecerlas.<sup>66</sup>

Adam Sedgwick, antiguo profesor de geología de Darwin en la Universidad de Cambridge, no encontraba problemas en la existencia de prolongadas eras geológicas, pero tenía serias dudas sobre la evolución. No permitió que Darwin se saliera con la suya en su sugerencia de que las capas ausentes indicasen enormes intervalos temporales sin desgaste ni dislocación de la capa inferior. Darwin intentaba explicar esto diciendo que se trataba de regiones situadas en el fondo del mar, pero tal cosa no cuadra ni con los fósiles ni con el tipo de rocas que encontramos encima y debajo de las discontinuidades. En una crítica publicada en *The Spectator*, Sedgwick comenta sin mucha sutileza que «no es posible hacer una buena sogá de un hilo de burbujas de aire», y, hablando específicamente de las discontinuidades, pregunta: «¿Dónde tenemos prueba alguna de que transcurriera un lapso enorme de tiempo geológico para explicar el cambio? [...] La evidencia física está contra ello. Para apoyar una teoría sin fundamento, Darwin necesitaría una innumerable sucesión de eras de las que no tenemos

66. Puede encontrarse una evaluación competente en P. A. L. Gien, *Scientific theology* [Teología científica] (Riverside, California: La Sierra University Press, 1997), pp. 111-190. Véase también <http://www.scientifictheology.com>.

ningún monumento físico proporcional con tal duración». <sup>67</sup> Es fácil ver el problema en el Gran Cañón (Figura 5.2, flecha de la derecha), donde están ausentes los periodos Ordovicense y Silúrico, que representan más de cien millones de años, y, pese a ello, solo encontramos una ligera evidencia de erosión en la capa que subyace a esa discontinuidad. El Gran Cañón tiene varias discontinuidades similares, pero, como puede ver el lector, las capas de esta parte del registro geológico están todas sumamente planas. El contraste que se da entre la capa subyacente en tales discontinuidades y el marcadísimo vaciamiento irregular del propio Gran Cañón ilustra el enigma. El tiempo produce mucha erosión irregular como el Gran Cañón, pero no vemos mucha erosión en esas discontinuidades. <sup>68</sup> Con el paso del tiempo, los rigores de la erosión se hacen muy acusados. Basándonos en las tasas medias de erosión para los continentes de la Tierra, cabría esperar que su superficie bajase su perfil tres kilómetros cada cien millones de años, y eso es ¡el doble de la profundidad de todo el Gran Cañón! <sup>69</sup> Los problemas que percibió Sedgwick en la ausencia de evidencia física en apoyo del prolongado tiempo propuesto para tales discontinuidades siguen sin resolver. <sup>70</sup> Cualquier acortamiento de la escala temporal

67. Artículo anónimo atribuido unánimemente a Adam Sedgwick. En su correspondencia, Darwin se refiere a Sedgwick como el autor. "Objections to Mr. Darwin's theory of the origin of species" [Objeciones a la teoría del Sr. Darwin del origen de las especies], *The Spectator*, 7 de abril de 1860, pp. 334, 335.

68. Ariel A. Roth, "Implications of paraconformities" [Implicaciones de las paraconformidades], *Geoscience Reports* N° 36 (2003): 1-5; ídem, *Origins: Linking science and Scripture* [Los orígenes: La vinculación de la ciencia y las Escrituras] (Hagerstown, Maryland: Review and Herald Pub. Assn., 1998), pp. 222-229, 262-266; ídem, "Those gaps in the sedimentary layers" [Esas discontinuidades en las capas sedimentarias], *Origins* 15 (1988): 75-92.

69. Norteamérica está siendo erosionada en la actualidad a una velocidad media de 61 milímetros cada mil años, cifra que parece cercana a la media del resto de los continentes. [Véase S. Judson y D. F. Ritter, "Rates of regional denudation in the United States" {Tasas de denudación regional en los Estados Unidos}, *Journal of Geophysical Research* 69/16 (1964): 3395-3401; para otros cálculos, véase S. M. McLennan, "Weathering and global denudation" {La erosión y la denudación globales}, *Journal of Geology* 101 (1993): 295-303; más referencias en Roth, *Origins*, pp. 263-266, 271-273 {véase la nota 68}.] A esa velocidad cabría esperar 6,1 kilómetros de erosión en cien millones de años. Las modernas prácticas agrícolas han duplicado la tasa de erosión, por lo que la erosión que cabe esperar en los últimos cien millones de años, sin agricultura, sería de aproximadamente tres kilómetros.

70. Para un intento de solución, que cuadra únicamente en un caso especial, véase N. D. Newell, "Paraconformities" [Paraconformidades], en C. Teichert y E. L. Yochelson, eds., *Essays in paleontology and stratigraphy* [Ensayos de paleontología y estratigrafía] (Department of Geology,

geológica normal deja aún menos tiempo para las improbabilidades de la evolución. Tales datos de las discontinuidades llanas dan un fuerte apoyo al modelo bíblico de los orígenes.

Casi siglo y medio después de que Darwin expresase su inquietud por la ausencia de formas fósiles intermedias, esa ausencia sigue entre nosotros. Desde entonces, se han recogido multitud de fósiles, y cuando seguimos las capas en sentido ascendente, aparecen de repente tipos importantes de seres que no parecen haber evolucionado de ancestros diferentes. Algunos investigadores reconocen el problema. El afamado paleontólogo Robert Carroll, que defiende la evolución, señala que «cabría esperar que los fósiles mostraran una progresión continua de formas ligeramente diferentes que vincularan mutuamente a todas las especies y a los grupos fundamentales en un espectro casi ininterrumpido. De hecho, la mayoría de los fósiles con buen estado de conservación son clasificados en un número relativamente pequeño de grupos fundamentales con tanta facilidad como las especies vivas». Hablando de las características de los diversos tipos de plantas fanerógamas (con flores), comenta que «en ningún caso puede documentarse la evolución gradual de estas características de los grupos». <sup>71</sup> Por su parte, explicando la relación que hay entre la paleontología y la teoría biológica, David Kitts, de la Universidad de Oklahoma, observa que «pese a la deslumbrante promesa de que la paleontología proporciona un medio para “ver” la evolución, ha presentado algunas dificultades desagradables para los evolucionistas, la más notoria de las cuales es la presencia de “hiatos” en el registro fósil. La evolución requiere formas intermedias entre las especies, y la paleontología no las facilita». <sup>72</sup> T. S. Kemp, paleontólogo de la Universidad de Oxford, reafirma el problema que encontramos cuando declara que «el patrón fósil es invariablemente incompatible con un proceso evolutivo gradual. Muy raras veces aparecen los fósiles como linajes de formas inter-

---

University of Kansas Special Publication 2, 1967), pp. 349-367.

71. Robert L. Carroll, *Patterns and processes of vertebrate evolution* [Patrones y procesos de la evolución vertebrada] (Cambridge: Cambridge University Press, 1997), pp. 8, 9.

72. David B. Kitts, “Paleontology and evolutionary theory” [La paleontología y la teoría evolutiva], *Evolution* 28 (1974): 458-472.

medias con una gradación delicada que conecten a los ancestros con los descendientes». <sup>73</sup> Opta por una variedad de explicaciones para la evolución y para el registro fósil.

Algunos evolucionistas, como Stephen Gould, de Harvard, han sugerido que la evolución se produce mediante saltos rápidos de menor entidad y que durante tales saltos no hay tiempo para que se conserve gran cosa en el registro fósil. Es el denominado modelo del equilibrio puntuado. Pero esta idea no aporta gran cosa de cara a resolver el problema que afronta la evolución en el registro fósil, porque la ausencia real de formas intermedias es sumamente pronunciada entre los grupos fundamentales, como los filos animales, y el problema parece aún más serio en el reino vegetal. En las grandes discontinuidades que se dan entre los grupos importantes de organismos, cabría esperar el mayor número de formas evolutivas intermedias para salvar la discontinuidad, y precisamente ahí las formas intermedias brillan por su ausencia. <sup>74</sup> Donde deberíamos hallar muchísimos saltos de menor entidad, el registro está, por el contrario, casi vacío, cuando no lo está del todo. Pese a ello, algunos evolucionistas, incluyendo portavoces de la National Academy of Sciences, afirman que la investigación ha rellenado muchas de las discontinuidades. <sup>75</sup> Pero, sencillamente, no es así. Los paleontólogos pueden sugerir formas intermedias únicamente cuando hay discontinuidades pequeñas. Además, es preciso tener presente que ni siquiera el hallazgo de una forma intermedia demuestra la evolución: podría ser simplemente otra variedad creada que los evolucionistas querrían interpretar como intermedia.

Parece que muchos evolucionistas no entienden el problema real del registro fósil. Señalan lo que no son más que sugerencias aisla-

73. T. S. Kemp, *Fossils and evolution* [Los fósiles y la evolución] (Oxford: Oxford University Press, 1999), p. 16.

74. George Gaylord Simpson, *The meaning of evolution: A study of the history of life and of its significance for man* [El significado de la evolución: Estudio de la historia de la vida y de su significación para el hombre], ed. rev. (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1967), pp. 232, 233.

75. D. J. Futuyma, *Evolutionary biology* [Biología evolutiva], 3ª ed. (Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1998), p. 761; National Academy of Sciences, *Teaching about evolution and the nature of science* [La enseñanza de la evolución y la naturaleza de la ciencia] (Washington, D.C.: National Academy Press, versión de internet, 1998), capítulo 5.

das de partes o formas intermedias. Lamentablemente, eso no es lo que precisan para demostrar que la evolución ocurriese realmente. En nuestros días hay ya identificados muchos millones de fósiles que abarcan más de 250.000 especies. Cuantas más encontramos, mayor seguridad hay en la afirmación de que la ausencia de formas intermedias es un hecho real. Naturalmente, con tantas especies clasificadas, cabría esperar que algunas fueran consideradas formas intermedias, y, efectivamente, los paleontólogos sugieren algunos ejemplos, y podemos esperar que haya más. Sin embargo, esas pocas excepciones sirven de poco a la hora de solucionar el problema de la evolución. De hecho, muchas de ellas no son auténticas formas intermedias, sino que son lo que denominamos mosaicos, en los que el organismo presenta varias características de los dos grupos cuya separación supuestamente salva, pero cada característica (como una pluma o un tipo de tobillo) está completamente desarrollada y no es una estructura de transición.

*Si la evolución hubiese ocurrido realmente, mientras los organismos intentaban evolucionar a lo largo de miles de millones de años, con éxitos ocasionales y muchísimos fracasos previsibles, deberíamos encontrar una sólida continuidad de formas intermedias, no solo algunas excepciones cuestionables.* Tal continuidad debería ser especialmente pronunciada en la columna geológica inmediatamente por debajo del punto en que los grupos principales aparecen de repente, como la explosión cámbrica o la aparición de las aves y los mamíferos modernos. Las rocas deberían estar repletas de muchos miles de formas intermedias en vez de las pocas sobre las que tan a menudo disputan los paleontólogos.<sup>76</sup> Realmente, Charles Darwin formuló la pregunta acertada cuando, como se ha expuesto antes, pensaba en voz alta: «¿Por qué, pues, cada formación geológica y cada estrato no están repletos de estos eslabones intermedios?»<sup>77</sup>

---

76. Por ejemplo, un reciente artículo (D. R. Prothero, "The fossils say yes" [Los fósiles dicen sí], *Natural History* 114/9 [2005]: 52-56), que afirma que el registro fósil ya no es un bochorno para la evolución, enumera únicamente algunos ejemplos de formas intermedias, y algunas de ellas son de dudosa validez. Además, ni siquiera menciona el problema de la explosión cámbrica.

77. Charles Darwin, *El origen de las especies*, p. 376. [Véase la nota 64.]



## Resumen

La cuestión de cuál fue la celeridad del pasado ha dado origen a un gran número de preguntas con profundas implicaciones para la cuestión de Dios, así como profundas ramificaciones para la forma en que actúa la ciencia. Nos enfrentamos a una plétora de conclusiones contradictorias en cuanto al tiempo. Hemos visto que, en un primer momento, la ciencia aceptaba el catastrofismo y después lo enterraba para, más recientemente, resucitarlo.

Importa poco que se invoquen miles de millones de años para la evolución. Todo el tiempo geológico, por largo que sea, es del todo inadecuado. Sin embargo, quienes creemos<sup>78</sup> en la creación tenemos un Dios omnipotente que no está supeditado al tiempo y que no precisa mucho tiempo para crear. La evolución, en cambio, requiere muchísimo más tiempo del disponible. En esencia, no hay tiempo bastante para producir ni siquiera una única molécula proteínica específica en una voluminosísima y vetusta sopa primordial, y mucho menos para que evolucionaran todas las formas de vida diversas desde el microbio a la ballena.

No parece que la ciencia esté intentando encontrar a Dios. Su ideología actual es una fuerte defensa de la evolución naturalista. El desprecio de las implicaciones del registro fósil es pronunciado. Los problemas incluyen: el brevísimo tiempo en la columna geológica para el origen de la vida; la falta de tiempo para que se den cambios completos en los organismos avanzados; el hecho de la explosión cámbrica y otras; y la ausencia de formas intermedias entre los tipos fundamentales de fósiles. Todo ello ilustra con cuánta facilidad la ciencia puede desestimar los datos. ¿Es este el mismo tipo de pensamiento que se manifiesta cuando la ciencia vuelve la espalda a la evidencia de que hay un Dios? En los capítulos que restan dedicaremos especial atención a algunos de los atributos especiales de la ciencia.

---

78. Soy partidario de un universo viejo, de una tierra vieja y de una vida joven. Para más detalles, véase Roth, *Origins*. [Véase la nota 68.]

# 6

## *Las modas en la ciencia*

*Casi cualquiera puede hacer ciencia; casi nadie puede hacer buena ciencia.*<sup>1</sup>

L. L. Larson Cudmore, biólogo

### **Los paradigmas**

Un día mi profesor de geología física presentaba la sorprendente correspondencia que existe, como si de un rompecabezas se tratase, entre las costas oriental y occidental del océano Atlántico. Comentó que hace décadas un hombre llamado Alfred Wegener había propuesto que, mucho tiempo antes, Europa y África habían estado unidas a Norteamérica y Sudamérica, sin que hubiese entre estos continentes un océano Atlántico. Desde aquel entonces ese importantísimo supercontinente se había partido en continentes más pequeños, creándose entre ellos el océano Atlántico. Mi profesor también mencionó que, aunque la idea era interesante, ya nadie le prestaba atención alguna. Lo que aquel profesor no sabía era que solo seis años más tarde la comunidad geológica habría

---

1. L. L. Larson Cudmore, *The center of life* [El centro de la vida], obra de 1977, según cita de J. Fripp, M. Fripp y D. Fripp, *Speaking of science: Notable quotes on science, engineering, and the environment* [Hablando de ciencia: Citas notables sobre ciencia, ingeniería y el medio ambiente] (Eagle Rock, Virginia: LLH Technology Publishing, 2000), p. 37.

efectuado un giro de ciento ochenta grados en su interpretación, pasando de un categórico rechazo a casi una total aceptación de la idea de Wegener.

El concepto de que los continentes se hubiesen desplazado era revolucionario, y afectaba a muchas interpretaciones geológicas, especialmente a las ideas sobre cómo se habían formado las masas terrestres, las montañas y los océanos del planeta. Era preciso volver a escribir todos los libros de texto. Vivir inmerso en aquel tiempo de cambio radical de pensamiento fue a la vez emocionante y aleccionador. Era emocionante por las muchas interpretaciones nuevas que estimulaba y porque resultaba que, después de todo, Wegener, que había tenido que aguantar tan acerbas críticas, especialmente por parte de los geólogos americanos,<sup>2</sup> tenía razón. Desgraciadamente, murió mucho antes de que sus ideas recibieran su vindicación. El cambio fue también aleccionador, porque nos dejó a muchos preguntándonos cuántas ideas ridiculizadas en la actualidad se convertirían pronto en dogmas aceptados. El cambio en la creencia de que los continentes se movían fue espectacular y llamativo. El ridículo y la sátira eran a menudo ingredientes del debate. Antes de la aceptación, si se creía que los continentes se desplazaban, era imposible formar parte de la comunidad geológica. Después, creer que no se deslizaran por la superficie de la Tierra convertía en un paria del campo de la geología. Parece ser que dominaban los factores sociológicos. Era extraño que grupos tan numerosos de científicos pudiesen estar tan seguros de que los continentes no se movían y que muy poco después asegurasen con tanto aplomo que sí lo hacían. El hecho sugiere que los científicos tienden a actuar como un grupo unificado cuyos miembros mantienen una lealtad mutua o a una idea, en vez de comportarse como investigadores independientes. Pero los científicos no son los únicos que hacen tal cosa: vemos la misma tendencia en muchos ámbitos, como el nacionalismo, la política y la religión. Darse cuenta de ello puede tener profundas implicaciones cuando intentamos interpretar la ciencia.

---

2. N. Oreskes, *The rejection of continental drift: Theory and method in American earth sciences* [El rechazo de la deriva continental: Teoría y método en las ciencias terrestres en Norteamérica] (Oxford: Oxford University Press, 1999).

¿Es la ciencia un progreso continuo hacia la verdad, que es lo que algunos científicos creen, o está a merced del comportamiento gregario de científicos que pueden pasar de una idea a otra?

Hace unos años asistí a un congreso de la Asociación Internacional de Sedimentólogos. Incluía ponencias técnicas de todo tipo sobre cómo identificar e interpretar estructuras físicas y cambios diversos que se producían con el paso del tiempo en los sedimentos geológicos. Sin embargo, podría decirse que la ponencia más importante no tenía que ver con los detalles de la forma en la que se comportan los sedimentos, sino con la manera en que actúan los propios sedimentólogos (los que estudian los sedimentos). Con el título de “Modas y modelos en la sedimentología: Perspectiva personal”,<sup>3</sup> el presidente de la asociación se dirigió a los científicos, señalando cómo tendían a pasar de una interpretación imperante a otra. Echando una mirada retrospectiva a conceptos sobre los sedimentos que habían sido populares en el pasado, mostró cómo una idea impera unos años, mientras que unos años más tarde otra acapara las candilejas, para acabar siendo sustituida por una tercera, y así sucesivamente. También identificó aquello que ayuda a que una idea llegue a imperar. Especialmente importante para que obtuviese reconocimiento eran la oportunidad, la simplicidad y la publicidad. Es gratificante ver que algunos científicos de primera fila reconocen el hecho de que hay otros factores, aparte de la a veces pretendida búsqueda imparcial de la verdad, que pueden erigirse en el motor del proceso científico. La aceptación popular de una idea puede ser reflejo de factores sociológicos, más que de pruebas convincentes.

En 1962 Thomas Kuhn publicó un libro que es considerado por gran número de especialistas el análisis más influyente de la conducta de los científicos. Su título es *La estructura de las revoluciones científicas*,<sup>4</sup> y supuso un reto para la “inmaculada percepción” de la ciencia como avance continuo hacia la verdad. Kuhn proponía más bien que la conducta social de los científicos tiene mayor influencia

3. H. G. Reading, “Fashions and models in sedimentology: A personal perspective”, *Sedimentology* 34 (1987): 3-9.

4. Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2001).

que los hechos de la propia ciencia. Como cabía esperar, recibió críticas desde muchos ámbitos, y algunos científicos, en especial, no se sintieron impresionados. Hubo varios filósofos, entre ellos el húngaro Imre Lakatos, que acudieron al rescate de la ciencia proponiendo un escenario menos radical en el que sí se revisan las ideas científicas, aunque basándose más en la corrección racional que en la conducta social.<sup>5</sup>

Kuhn propuso que los científicos normalmente realizan sus investigaciones y dan forma a sus conclusiones bajo la influencia de amplios conceptos que denomina paradigmas. Define los paradigmas como conceptos que «durante cierto tiempo proporcionan modelos de problemas y soluciones».<sup>6</sup> Aunque los paradigmas pueden ser verdaderos o falsos, los científicos los aceptan, al menos por un tiempo, como si fueran verdad. Ejemplos de ello serían la evolución o la idea de que los continentes se desplazan. En tiempos pasados, el concepto ampliamente aceptado de que los continentes no se movían también era un paradigma. Dado que los científicos (o, si a eso vamos, cualquier otro grupo) aceptan los paradigmas como verdaderos, consideran que cualquier explicación que no encaje en la perspectiva aceptada tiene que ser falsa, e interpretan los datos que no apoyan tan inaceptables explicaciones como anómalos. Además, rechazan a quienes proponen ideas ajenas al paradigma. Una actitud tan cerrada tiende a restringir la innovación y contribuye a perpetuar la vida del paradigma.

Encajar los datos bajo un paradigma aceptado es lo que Kuhn considera ciencia normal. En ocasiones ocurre un cambio de paradigma, y eso lo denomina revolución científica. El cambio que se produjo al pasar de no creer que los continentes se movieran a la creencia en

5. Para más puntos de vista e interpretaciones de la argumentación, véanse Imre Lakatos y P. Feyerabend, *For and against method* [A favor y en contra del método], M. Motterlini, ed. (Chicago: University of Chicago Press, 1999); Karl Popper, *The logic of scientific discovery* [La lógica del descubrimiento científico] (obra que en su versión alemana de 1935 pasó casi desapercibida) (Londres: Routledge, 2002); M. Ruse, *Mysteries of mysteries: Is evolution a social construction?* [Los misterios de los misterios: ¿Es la evolución una construcción social?] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1999). Lakatos entiende que la ciencia es un tanto objetiva, Feyerabend la considera como algo anárquico, Popper la ve como racional y Ruse da muchos ejemplos de influencias externas en las conclusiones de la ciencia.

6. Kuhn, *op. cit.*, p. 13. [Véase la nota 4.]

que sí se desplazan fue una revolución científica. Kuhn calificó a una revolución científica de «experiencia de conversión»,<sup>7</sup> expresión que no le granjeó el cariño de la comunidad científica, que entiende que lo que la distingue es la objetividad y la razón. El paso de un paradigma a otro suele ser difícil, y puede representar un cambio hacia la verdad o hacia el error. Es probable que los puntos de vista de Kuhn sean extremos y que tiendan a minimizar los logros de la ciencia. Por otra parte, considerando lo que aprendemos con la historia de la ciencia, el concepto de paradigmas que Kuhn tiene constituye un análisis perspicaz de la conducta de los científicos.

A veces un cambio de paradigma puede volver a otro que había sido rechazado anteriormente. Un ejemplo mencionado más arriba es la idea de que la vida pueda surgir espontáneamente por sí misma. Por lo general, los eruditos aceptaron esa idea durante mucho tiempo, luego la abandonaron a raíz de la obra de Louis Pasteur, y ahora ha vuelto a lograr apoyo como parte del escenario evolutivo naturalista.<sup>8</sup> Pasó lo mismo con el papel de las grandes catástrofes en la historia terrestre (catastrofismo) cuando cayó en desgracia para después hacer su reaparición y contribuir a dar forma a la geología.<sup>9</sup> Es preciso que cualquier evaluación de la ciencia tenga en cuenta la influencia de los paradigmas dominantes en las conclusiones a las que llega.

## ¡Los científicos son humanos!

En la *Edinburgh Review* de abril de 1860 apareció una larga y cáustica reseña anónima de *El origen de las especies*, de Charles Darwin. Suscitaba preguntas en cuanto a muchas de las ideas de Darwin, en especial en cuanto al desarrollo progresivo de formas de vida por medio de la selección natural, en la que sobrevivían los más aptos. El autor largó una andanada de argumentos, algunos de dudoso valor, contra las propuestas de Darwin. Uno de los más convincentes fue

7. *Ibid.*, p. 151. Véase también I. B. Cohen, *Revolución en la ciencia* (Barcelona: Gedisa, 1989). Ese libro también refiere experiencias de conversión en la ciencia sin denotar con ello la significación religiosa que suele dársele a la palabra 'conversión'.

8. Véase el capítulo 3.

9. Véase el capítulo 5.

el simple comentario de que si el avance evolutivo se dio mediante la supervivencia del más apto, ¿a qué se debía que los organismos más simples sean ahora muchísimo más abundantes que los más avanzados? Los más aptos deberían sustituir a los menos aptos, o, al menos, superarlos en número. Además, el artículo se deshacía en halagos hacia las ideas del naturalista inglés más renombrado de la época, Sir Richard Owen. Owen, que había fundado el monumental Museo de Historia Natural de Londres, creía en una forma modificada de creación, en la que Dios había dado origen a los tipos fundamentales de organismos y que luego estos se transformaron en distintos organismos adicionales manteniendo las mismas características básicas. Los vertebrados son un ejemplo de uno de las grandes clases creadas de Owen. Owen acuñó el término ‘dinosaurio’, reconociendo que estos peculiares organismos constituían un grupo aparte. De hecho, supervisó la creación de modelos de tamaño natural en el Crystal Palace. Veintidós personas, Owen entre ellas, asistieron a la cena de Noche Vieja dentro de uno de los modelos de dinosaurio, y una multitud de cuarenta mil personas acompañó a la reina Victoria en la ceremonia inaugural de la exposición.<sup>10</sup>

No llevó mucho tiempo resolver el misterio de la reseña crítica anónima. El autor era el propio Richard Owen, uno de los más encarnizados enemigos de Charles Darwin. Como cabía esperar, la reseña no complació a Darwin. En una carta enviada al botánico Asa Gray, de la Universidad de Harvard, comentó que «nada milita tan decididamente contra Owen, considerando su puesto anterior en el Colegio de Cirujanos, como el hecho de que nunca ha instruido a ningún alumno o discípulo».<sup>11</sup> Sobre esta afirmación de Darwin, el historiador Nicolaas Rupki comenta: «Naturalmente, esto eran bobadas; Owen tenía muchos seguidores, en el movimien-

10. Paul Chambers, *Bones of contention: The Archaeopteryx scandals* [Los huesos de la discordia: Los escándalos del arqueópteryx] (Londres: John Murray, 2002), p. 103; A. J. Desmond, “Designing the dinosaur: Richard Owen’s response to Robert Edmond Grant” [El diseño del dinosaurio: La respuesta de Richard Owen a Robert Edmond Grant], *ISIS* 70 (1979): 224-234.

11. Charles Darwin, carta a Asa Gray, 8 de junio de 1860, en F. Darwin, ed., *More letters of Charles Darwin: A record of his work in a series of hitherto unpublished letters* [Más cartas de Charles Darwin: Historial de su tarea en una serie de cartas inéditas hasta ahora], tomo 1 (Nueva York: D. Appleton and Co., 1903), p. 153.

to museístico, como cuveriano [Cuvier fue un naturalista francés] y trascendentalista». <sup>12</sup>

El subterfugio de Owen del uso del anonimato en apoyo de sus propios puntos de vista y la distorsión de los hechos en la que incurrió Darwin ilustran que los científicos son innegablemente humanos, y que pueden implicarse de forma muy personal en su ciencia. Esto suscita una cuestión muy importante sobre la práctica de la ciencia: ¿Es una búsqueda abierta de la verdad sobre la naturaleza, o es una caza en búsqueda de evidencias en apoyo de las hipótesis y las teorías de los científicos? Resulta que es una mezcla de ambas cosas.

El prolongado conflicto por el famoso fósil del arqueópteryx da muestras adicionales de cómo los científicos se implican personalmente en su ciencia. Nos hemos referido con anterioridad <sup>13</sup> al comentario de Charles Darwin en el sentido de que la objeción más grave que podía presentarse contra su teoría estaba en el hecho de que el registro geológico no mostraba incontables eslabones intermedios entre los diversos tipos de organismos. No solo carecen las rocas de un suministro abundante de tales formas intermedias, sino que la paleontología ni siquiera contaba con un ejemplo aceptado a pesar del hecho de que en aquel momento los fósiles fascinaban al público y adornaban los estantes de muchos museos o se ocultaban en muchos hogares y sótanos. Entonces, con una sincronía casi perfecta, solo dos años después de la publicación de *El origen de las especies*, alguien descubrió una esperanzadora forma intermedia que adquirió el nombre de *Archaeopteryx* (arqueópteryx). <sup>14</sup> No solo

12. Nicolaas A. Rupke, *Richard Owen: Victorian naturalist* [Richard Owen, naturalista victoriano] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1994), p. 211.

13. Véase el capítulo 5.

14. Buenas referencias generales para la porción sobre del arqueópteryx de esta sección incluyen: Chambers, *op. cit.* [véase la nota 10]; J. Wells, *Icons of evolution: Science or myth?* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito?] (Washington, D.C.: Regnery Publishing, Inc., 2000), pp. 111-135. Referencias más técnicas incluyen: M. J. Benton, *Paleontología y evolución de los vertebrados* (Lleida: Perfils, 1995), pp. 201-217; R. Cowen, *History of Life* [La historia de la vida], 3ª ed. (Oxford: Blackwell Science, 2000), pp. 228-237; J. H. Ostrom, "Archaeopteryx and the origin of birds" [*Archaeopteryx* y el origen de las aves], *Biological Journal of the Linnean Society* 8 (1976): 91-182. Tengo una deuda especial de gratitud con la información exhaustiva ofrecida por Chambers en lo tocante a varios detalles de esta sección.



parecía que era una buena forma transitoria entre reptiles y aves, sino que estaba en el lugar debido dentro de las capas geológicas. Pronto se convirtió en uno de los fósiles conocidos más famosos.

El arqueópterix había sido descubierto en la caliza de Solnhofen, en Alemania. Esta caliza se separa con facilidad en placas, y es de una calidad tan fina que se ha usado en la impresión litográfica de precisión, de ahí el nombre científico dado al fósil: *Archaeopteryx lithographica*. Los fósiles no son abundantes en el yacimiento de Solnhofen, pero este ha deparado algunos de los ejemplos más exquisitamente conservados hallados en parte alguna, y alcanzan precios exorbitantes en el mercado de los coleccionistas. De especial interés han sido los fósiles de los reptiles llamados pterosaurios. Tenían enormes alas correosas y no se parecían a ningún animal que viva ahora. También resultó que el arqueópterix era muy peculiar (Figura 6.1). Tenía el aspecto de un ave, pues contaba con patas y plumas aviares, que se han conservado perfectamente, e incorporaban las típicas plumas asimétricas para el vuelo, comunes en las aves modernas. En las remeras o rémiges, o plumas de las alas, y en las timoneras o rectrices, o plumas de la cola, usadas para el vuelo, el vexilo es más ancho a un lado del raquis de la pluma que al otro. En cambio, las aves carentes de la capacidad del vuelo, como el avestruz, el ñandú y el kiwi, tienen plumas simétricas. El arqueópterix también tenía algunas características especialmente reptilianas, como la presencia de garras en las extremidades anteriores, que, en este caso, son alas. Además, también tenía una larga cola ósea y finos dientes, rasgos no encontrados en las aves modernas. Por otro lado, muchas aves fósiles tenían dientes, y hay un par de aves modernas que tienen garras en las alas. Hasta ahora, se ha descrito el hallazgo de diez ejemplares de *Archaeopteryx* en la caliza de Solnhofen. Uno de ellos consiste únicamente en una pluma, y otro ejemplar se ha perdido.

El primer ejemplar de arqueópterix bien conservado cayó en manos de un médico que parece haber estado más interesado en el beneficio económico por encima de todo. Al estar suficientemente familiarizado con los fósiles como para saber que tenía en su poder algo fuera de lo común, permitió que los especialistas vieran el fósil,



**Figura 6.1** Fósil de *Archaeopteryx*. Este es el famoso ejemplar “de Berlín”, que es considerado por muchos el mejor ejemplo. Obsérvense las plumas perfectamente desarrolladas de las alas y la alargada cola.

pero no les permitía tomar notas de lo que veían. La gente reconoció rápidamente la importancia del ejemplar. Podría ser el eslabón perdido que andaban buscando los partidarios de Darwin. Johann Andreas Wagner, profesor de zoología encargado de la Colección Estatal de Baviera, en Múnich, manifestó un interés especial en el fósil. Dado que estaba mal de salud, envió a su talentoso ayudante para que echase un vistazo al arqueópteryx. Echando mano de su memoria, el ayudante dibujaba lo que había visto, y, tras varias visitas, completó un boceto notablemente preciso del fósil. A Wagner, quien, como la mayoría de los científicos de su época, creía en el relato bíblico de la creación, lo asaltó la inquietud de que los darwinistas pudieran interpretar el fósil como un eslabón perdido. A pesar de su mala salud, presentó un informe oficial sobre el novedoso animal ante la Colección Estatal de Baviera. Dijo de él que se trataba de un reptil con rasgos con aspecto de plumas. Al término de su presentación, declaró que el fósil no era un eslabón perdido, y retó a los darwinistas a presentar los pasos intermedios que cabe esperar entre las clases de animales. «Si no pueden hacer esto (y, sin duda, no pueden), sus puntos de vista deben ser rechazados de inmediato como sueños fantásticos, con los que la investigación exacta de la naturaleza no tiene nada que ver».<sup>15</sup>

Wagner murió poco después, pero la creciente acritud entre creación y evolución siguió su curso. A veces prevalecía el triunfalismo. El paleontólogo Hugh Falconer escribió una carta a Charles Darwin en la que le decía que el darwinismo había «matado al pobre Wagner. [P]ero en su lecho de muerte, se consoló con denunciarlo como una fantasía».<sup>16</sup> Es preciso que tengamos presente que Charles Darwin no era el ateo que la gente deduce a veces que era. Durante el último año de su vida, reprochó con severidad a dos ateos la beligerancia que manifestaban en la defensa de las creencias que tenían. En cuanto al asunto de la existencia de Dios, Darwin

15. J. A. Wagner (1862), según el informe recogido en F. Burkhardt et al., eds., *The correspondence of Charles Darwin* [La correspondencia de Charles Darwin], tomo 11, 1863 (Cambridge: Cambridge University Press, 1863, 1999), p. 7.

16. H. Falconer, carta a Charles Darwin, 3 de enero de 1863, en Burkhardt, *op. cit.*, pp. 4, 5. [Véase la nota 15.]

defendía el agnosticismo pasivo, no el ateísmo agresivo. Sin embargo, los partidarios del laicismo no cesaron en su empeño. Tras el sepelio de Darwin en la Abadía de Westminster, uno de ellos tuvo la ocurrencia de decir que aunque la iglesia tenía en su poder el cadáver de Darwin, ¡no tenía sus ideas! Esas ideas estaban socavando los propios cimientos de la iglesia.

Mucho antes, Richard Owen, oponente de Darwin, ya había sido plenamente consciente del debate que giraba en torno al arqueópteryx, y había pocas cosas en el mundo que quisiera más que el propio ejemplar de *Archaeopteryx*. Valiéndose de su influyente posición en el Museo Británico, y tras intensas negociaciones con la junta directiva y con el médico que tenía el ejemplar en su poder, alcanzó el acuerdo de adquirirlo, junto con algunos fósiles menos importantes, por aproximadamente setecientas libras esterlinas. Tras un meticuloso estudio de *Archaeopteryx*, Owen presentó sus hallazgos a la Royal Society. Como era de prever, llegó a la conclusión, igual que Wagner, de que *Archaeopteryx* no era una forma intermedia entre aves y reptiles. Sin embargo, a diferencia del punto de vista de Wagner en el sentido de que el animal era un reptil, decidió que era un ave, no muy distinta de algunas aves modernas, y que volaba muy bien. Su conclusión no impidió que los darwinistas, que entonces eran minoría, presentaran el fósil como el ejemplo de eslabón perdido que tan desesperadamente necesitaban. Más tarde, Darwin lo presentó en las ediciones subsiguientes de *El origen de las especies*. Sin embargo, en realidad los evolucionistas necesitaban multitud de formas intermedias para probar la transición gradual de los reptiles al arqueópteryx y, después, del arqueópteryx a tipos más modernos de ave. Para quienes creían en la creación obrada por Dios, *Archaeopteryx* podía simplemente representar otra variedad creada.

## Plumas que vuelan sobre el origen de las aves

Unos años después de la publicación de *El origen de las especies*, la evolución obtuvo una aprobación más generalizada, pero la cuestión del origen evolutivo de las aves no se resolvió con el arqueóp-

terix. Los evolucionistas exploraron muchas otras ideas. Algunos se preguntaron si las aves no habrían evolucionado a partir de los reptiles alados denominados pterosaurios, pero las diferencias básicas que existen entre los pterosaurios y las aves son tan grandes que el concepto tuvo pocos partidarios. Posiblemente las aves se desarrollaran a partir de los dinosaurios, y algunas ideas de ese estilo incluían a *Archaeopteryx* en la línea de los antepasados. Una opinión que fue muy bien acogida, especialmente a comienzos del siglo XX, fue que las aves y los dinosaurios surgieron de algún antepasado aún por descubrir. El naturalista danés Gerhard Heilmann desempeñó un papel vital en la adopción de ese punto de vista. Siendo aún joven, Heilmann rechazó los puntos de vista religiosos de sus padres, y desarrolló una actitud fuertemente antirreligiosa. Al interesarse en la ciencia y, más específicamente, en la evolución de las aves, publicó varios artículos y libros sobre el tema. Empezó a buscar un antepasado de las aves en estratos geológicos mucho más antiguos que los que contenían al arqueópteryx. Heilmann era además un excelente ilustrador, y llegó incluso a diseñar billetes de curso legal en Dinamarca. En sus publicaciones incluyó primorosas ilustraciones del aspecto que él pensaba que podría tener un eslabón perdido antepasado de las aves. La verosímil representación que llamó *Proavis* tenía muchas escamas y plumas en estado de formación, especialmente en las extremidades anteriores y en la cola. Sin duda, la excelente calidad de sus ilustraciones contribuyó a la adopción general de sus puntos de vista sobre la evolución de las aves. La comunidad científica las consideró de forma generalizada válidas durante décadas.

En 1964 el paleontólogo John Ostrom, de la Universidad de Yale, excavaba asiduamente en las rocas de la Formación de Cloverly (Cretácico inferior; parte superior del Mesozoico en la Figura 5.1), en Montana, cuando se fijó en una garra fósil. Cuando se extrajo el resto del esqueleto al que estaba unida, resultó que era un animal pequeño y ligero de aproximadamente un metro de altura dotado de una garra prominente. Ostrom lo llamó *Deinonychus*, que significa “garra terrible”. La letal garra significaba que el dinosaurio terópodo

bípido fue un cazador veloz, algo que no formaba parte en absoluto de la visión imperante que se tenía de los dinosaurios en la época del descubrimiento. Además, Ostrom observó que los carpos de su nuevo descubrimiento tenían una relación notablemente estrecha con los de *Archaeopteryx*. La similitud contribuyó a reintroducir al muy plumoso arqueópteryx, que para entonces ya casi había sido relegado al olvido, en la secuencia de la evolución de las aves.<sup>17</sup> Hay muchos que en la actualidad consideran que *Archaeopteryx* evolucionó de un dinosaurio terópodo. Ostrom llegó a la conclusión de que las aves eran sencillamente dinosaurios con plumas. Supuestamente, un tiempo antes de que se depositase la caliza de Solnhofen, existió un ancestro común de *Deinonychus* y de *Archaeopteryx*. Aunque la idea no era muy diferente en principio del antecesor que Heilmann había postulado, el hecho de que el decisivo antecesor postulado de Heilmann siguiese sin descubrir suponía que cualquier otra sugerencia fuese bienvenida. Algunos especularon incluso que las aves pudieran haber surgido de los cocodrilos o de los mamíferos.<sup>18</sup> No obstante, la idea de Ostrom de que las aves evolucionaron de los dinosaurios logró una aceptación significativa, especialmente entre los paleontólogos.<sup>19</sup> Esa idea desató una animada refriega intelectual tribal dentro de la comunidad científica entre los paleontólogos (los especialistas en fósiles), quienes afirman que las aves surgieron de los dinosaurios, y los ornitólogos (los especialistas en aves), quienes prefieren algún otro tipo de antecesor reptiliano para las aves.

La disputa ha llegado al extremo de silenciar a gritos a los oponentes en congresos y a ocuparse de que los puntos de vista contrarios no se publicasen.<sup>20</sup> Los ornitólogos han hecho una piña bajo el lema “BAND”. BAND es un acrónimo inglés (“birds are not

17. Ostrom, *art. cit.* [Véase la nota 14.]

18. Benton, *op. cit.*, p. 204 [véase la nota 14]; A. D. Walker, “New light on the origin of birds and crocodiles” [Nueva luz sobre el origen de las aves y los cocodrilos], *Nature* 237 (1972): 257-263.

19. Se dice que el análisis cladístico de las características favorece un origen de las aves partiendo de un origen terópodo (referido a los dinosaurios): Benton, *op. cit.*, p. 204 [véase la nota 14]. Sin embargo, ello no cuadra con la secuencia encontrada en las capas fósiles: Wells, *op. cit.*, pp. 119-122 [véase la nota 14].

20. Chambers, *op. cit.*, pp. 192, 193. [Véase la nota 10.]

dinosaurs”) que significa “las aves no son dinosaurios”, y en los congresos importantes los partidarios de BAND ostentan con orgullo insignias con las que declaran su posición. Ambas partes manifiestan no entender por qué la otra es tan ingenua, y ambas son propensas a arrogarse la victoria. Los paleontólogos, que cuentan con una mayoría moderada, hacen uso de la ventaja de algunos tipos de fósiles intermedios representativos, y han tenido de su parte a los medios públicos. Las historias de dinosaurios captan maravillosamente la atención, por cuanto existe una estrecha relación entre los buscadores de dinosaurios y los medios públicos.

Alan Feduccia, de la Universidad de Carolina del Norte, viene siendo uno de los líderes del punto de vista promovido por BAND de un origen no dinosauriano para las aves. Entiende que el otro punto de vista pasa por alto ciertos detalles. «Si se montan uno junto a otro un esqueleto de dinosaurio y uno de pollo y luego se miran con prismáticos a cincuenta pasos de distancia, parecen muy similares. Sin embargo, si se observan con detalle, se encuentra de repente que hay enormes diferencias en las mandíbulas, los dientes, los dedos, la pelvis y en infinidad de zonas adicionales».<sup>21</sup> Ha habido, y sigue habiendo, interminables debates sobre la evolución de los carpos de los supuestos fósiles intermedios y de los dedos que llevan asociados, y los ornitólogos aseguran que no es posible transformar el carpo de un dinosaurio en el de un ave.<sup>22</sup> Los creacionistas, que creen que Dios creó los principales tipos de aves tienden a simpatizar con algunos de los argumentos de los ornitólogos, quienes, a su vez, se sienten consternados cuando el bando de los paleontólogos los acusa de ser como los creacionistas.<sup>23</sup>

---

21. De una entrevista con Paul Chambers, según se señala en Chambers, *op. cit.*, p. 187. [Véase la nota 10.]

22. Por ejemplo, A. Feduccia, “1,2,3 = 2,3,4: Accommodating the cladogram” [1,2,3 = 2,3,4: El apaño del cladograma], *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 96 (1999): 4740-4742; G. P. Wagner y J. A. Gauthier, “1,2,3 = 2,3,4: A solution to the problem of the homology of the digits in the avian hand” [1,2,3 = 2,3,4: Solución al problema de la homología de los dedos del carpo aviar], *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 96 (1999): 5111-5116.

23. R. Dalton, “Feathers fly in Beijing” [Vuelan plumas en Pekín], *Nature* 405 (2000): 992.

¿Cómo evolucionó la capacidad del vuelo? Esta cuestión ha sido otro punto de desacuerdo en la saga de la evolución de las aves. El veterano paleontólogo Michael Benton, especializado en dinosaurios, señala con franqueza que «el origen del vuelo de las aves es enteramente especulativo».<sup>24</sup> Otro afamado paleontólogo, Robert Carroll, hablando de problemas evolutivos, pregunta con perspicacia: «¿Cómo explicar la evolución de estructuras enteramente nuevas, como las alas de los murciélagos, de las aves o de las mariposas, cuando la función de un ala parcialmente evolucionada es casi imposible de concebir?»<sup>25</sup>

La carencia de datos fehacientes no ha impedido que ni ornitólogos ni paleontólogos se empeñen en protagonizar acalorados debates, en los que cada parte presenta argumentos desde una perspectiva que se amolda a su interpretación evolucionista. Los ornitólogos de BAND favorecen la idea de que el vuelo se desarrolló en animales que trepaban a los árboles y descendían planeando, y que acabaron usando sus extremidades anteriores y, en consecuencia, desarrollaron un tipo de vuelo propulsado basado en alas batientes. Esta idea de “descenso de los árboles” contradice la idea de “ascenso a los árboles” de los paleontólogos, quienes sugieren que la costumbre de los animales de dar saltos en el suelo persiguiendo a los insectos acabó transformando sus extremidades anteriores en alas capaces de generar el vuelo propulsado. Aunque algunos animales, como los infrecuentes lagartos y las ardillas voladores, planean algo valiéndose de unos pliegues cutáneos expandidos que tienen entre sus extremidades, y para otros, como las ranas y los lagartos, los insectos son un manjar, no vemos animales en la actualidad que estén en vías de lograr el vuelo propulsado con sus extremidades anteriores. El vuelo propulsado requiere el tipo de estructuras sumamente especializadas que vemos en las aves, los insectos y los murciélagos.

El persistente desacuerdo entre los ornitólogos de BAND y los paleontólogos tuvo un interludio en 1985 que no por bienvenido fue menos escandaloso: dos astrónomos de gran prestigio afirma-

24. Benton, *op. cit.*, p. 205. [Véase la nota 14].

25. Robert L. Carroll, *Patterns and processes of vertebrate evolution* [Patrones y procesos de la evolución vertebrada] (Cambridge: Cambridge University Press, 1997), p. 9.



ron que *Archaeopteryx* era un fraude. Sir Fred Hoyle y Chandra Wickramasinghe, de la Universidad de Gales, estudiaron el ejemplar de Londres, que Richard Owen había comprado por lo que había sido un precio exorbitante. Denunciaron que la impresión de las plumas se había añadido a un esqueleto fósil preexistente y que, probablemente, tal cosa se hubiera hecho en un intento de hacer aparecer un eslabón perdido necesario para sustanciar la teoría de la evolución postulada por Darwin. La noticia se esparció por el mundo entero como un reguero de pólvora. A los evolucionistas no les hizo ni pizca de gracia. Algunos creacionistas se sintieron entusiasmados, porque dieron por sentado que por fin había sido destronado este enigmático eslabón perdido. Los conservadores del Museo de Historia Natural de Londres organizaron una defensa minuciosa. Tras un estudio meticuloso, pudieron refutar de forma creíble los argumentos que denunciaban una falsificación.<sup>26</sup> También algunos creacionistas secundaron este último estudio,<sup>27</sup> dando su apoyo a la autenticidad del famoso fósil.

En la última década varios hallazgos fósiles extraordinarios han dado esperanza a los paleontólogos que creen que las aves evolucionaron de los dinosaurios. Proviene fundamentalmente de un gran yacimiento de fósiles situado en la provincia de Liaoning, en la China nororiental. Los finos granos de los sedimentos que cubren los fósiles provienen de volcanes y han permitido una excelente conservación. Los paleontólogos suelen clasificar estos depósitos como del Cretácico Inferior. Aunque no ha sido posible una asignación más específica, ello quiere decir que, según la escala temporal geológica estándar, es posible que sean de la misma era o, más probablemente, más jóvenes que el *Archaeopteryx* jurásico.

Un llamativo descubrimiento de Liaoning es un pequeño dinosaurio terópodo al que se ha dado el nombre de *Sinosauropteryx*.<sup>28</sup>

26. A. J. Charig et al., "Archaeopteryx is not a forgery" [El arqueópterix no es una falsificación], *Science* 232 (1986): 622-626.

27. V. E. Clausen, "Recent debate over Archaeopteryx" [El reciente debate sobre el arqueópterix], *Origins* 13 (1986): 48-55.

28. P. Chen, Z. Dong y S. Zhen, "An exceptionally well-preserved theropod dinosaur from the Yixian Formation of China" [Dinosaurio terópodo excepcionalmente bien conservado encontrado en la Formación de Yixian en China], *Nature* 391 (1998): 147-152.

Aunque tenía una longitud de solo 68 centímetros, causó sensación debido a un denso fleco negro encontrado en especial a lo largo de la espalda y de la cola. Los paleontólogos interpretaron el fleco, que parecía estar hecho de filamentos, como plumas o alguna forma de plumas en evolución a las que se denominó protoplumas, pero la conservación no era lo suficientemente buena como para llegar a una identificación definida. La interpretación de las protoplumas apoya el concepto evolutivo del “ascenso a los árboles”. Por otra parte, los investigadores de las filas de BAND sugirieron que el fleco no es de plumas, y que podría consistir sencillamente en músculos en estado degenerativo o en algún tipo de tejido conectivo fibroso.

Aún más enigmático es *Protarchaeopteryx*,<sup>29</sup> que es considerado por muchos paleontólogos como un dinosaurio, mientras que los ornitólogos de BAND creen que se trataba de un ave. La disputa ilustra la técnica de procurar ganar argumentaciones cambiando las definiciones. Un partidario de BAND advierte que un pollo sería un dinosaurio para los paleontólogos,<sup>30</sup> y los paleontólogos que creen que los dinosaurios tenían plumas señalan que «las plumas son irrelevantes en la diagnosis de las aves».<sup>31</sup> El nombre *Protarchaeopteryx* significa realmente “antes que *Archaeopteryx*”, pero tal denominación apenas tiene sentido, puesto que se considera que *Protarchaeopteryx* fue más joven que *Archaeopteryx*, o que, como mucho, tiene su misma antigüedad. Además, no cabe duda de que *Archaeopteryx* contaba con plumas completamente desarrolladas, mientras que *Protarchaeopteryx* tiene estructuras alargadas que asemejan remotamente plumas, pero que carecen de evidencia de un raquis de verdad. Cabe también señalar que en el ejemplar fósil las mejores plumas pueden no haber estado unidas al cuerpo, y podrían provenir de otro organismo. Aunque *Archaeopteryx* es más avanzado, quienes estudian los restos de *Protarchaeopteryx* lo describen como un eslabón perdido de la evolución de las aves.

29. J. Qiang et al., “Two feathered dinosaurs from northeastern China” [Dos dinosaurios plumosos procedentes de China nororiental], *Nature* 393 (1998): 753-761.

30. Chambers, *op. cit.*, pp. 229, 230. [Véase la nota 10.]

31. Qiang, *art. cit.* [Véase la nota 29.]

Lo que probablemente podamos entender mejor en clave de conflicto cultural afloró durante el estudio inicial del *Protarchaeopteryx*. Cuatro científicos occidentales, uno simpatizante de BAND y tres de la variedad paleontológica, estaban de gira por China y tuvieron el privilegio de ver el fósil antes de que el hallazgo fuese publicado de forma oficial. Se produjo una discusión de importancia, y sus anfitriones indicaron a los científicos occidentales que la gira no proseguiría, a no ser que identificaran las misteriosas estructuras planas del fósil como plumas. Se gestaba una calamidad, pues ninguno de los científicos occidentales podía respaldar la interpretación de que fueran plumas. Resolvieron el asunto con la decisión de llamar *protoplumas* a aquellas estructuras. Dado que las protoplumas carecían de definición establecida, la gira prosiguió y fue calificada de gran éxito.<sup>32</sup>

Los chinos han efectuado muchos más hallazgos fósiles en Liaoning, y hay más dinosaurios en los que se han descrito estructuras plumiformes, como, por ejemplo, largos filamentos ramificados.<sup>33</sup> Storrs Olson, ornitólogo de BAND que trabaja en el Museo Nacional de Historia Natural de Washington, D.C., no se siente impresionado por ello: «Quieren ver plumas [...], así que ven plumas». «No son más que ilusiones».<sup>34</sup> Sugiere que los filamentos podrían ser, sencillamente, pelo. Después de todo, lo más probable es que *Archaeopteryx*, al que generalmente se reconoce como el ave más antigua conocida, y que cuenta con plumas remeras completamente desarrolladas, esté en capas fósiles inferiores.

Tanto las filas de BAND como los paleontólogos están convencidos de que, sea como sea, las aves evolucionaron, y ni siquiera consideran la posibilidad de que pudieran no haberlo hecho. Las diferentes interpretaciones que aplican a la evolución de las aves ilustran cómo sus suposiciones se combinan con las de la evolución a medida que la ciencia movida por hipótesis se vuelve más espe-

32. Chambers, *op. cit.*, pp. 227-229. [Véase la nota 10.]

33. X. Xu, Z. Zhou y R. O. Prum, "Branched integumental structures in *Sinornithosaurus* and the origin of feathers" [Las estructuras integumentarias ramificadas de *Sinornithosaurus* y el origen de las plumas], *Nature* 410 (2001): 200-204.

34. Según reseña de L. Wang, "Dinosaur fossil yields feathery structures" [Fósil de dinosaurio presenta estructuras plumosas], *Science News* 159 (2001): 149.

culativa. Es preciso que ahondemos más y aprendamos a distinguir entre las buenas explicaciones, apoyadas por datos, y las basadas en la especulación.

En Liaoning también se han encontrado aves fósiles de aspecto muy moderno (*Confuciusornis*). Tienen buenas plumas y carecen de dientes, igual que las aves modernas.<sup>35</sup> Sin embargo, el descubrimiento más extraordinario hasta la fecha es *Microraptor*, que algunos describen como un dinosaurio de cuatro alas. Varios ejemplares parecen tener grandes plumas en cuatro extremidades, y no tienen patas diseñadas para caminar. Algunos paleontólogos consideran que el animal era un tipo de organismo arborícola capaz de planear, en vías de desarrollar el vuelo propulsado.<sup>36</sup> En todo caso, de momento, el animal deja a casi todos completamente perplejos.

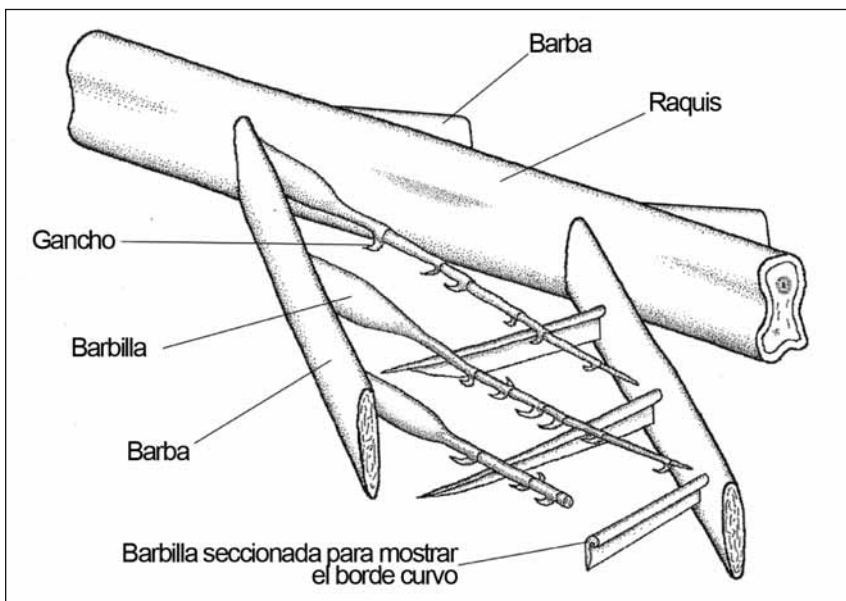
El hallazgo de plumas completamente desarrolladas en esta parte de la columna geológica, como se ve en los casos de *Archaeopteryx* y *Confuciusornis*, indica claramente que es el lugar indebido para buscar la evolución de las plumas. La evolución requeriría que las plumas aparecieran antes, y algunos evolucionistas así lo han señalado.<sup>37</sup> Sin embargo, el deseo de que las aves surgieran de los dinosaurios es tan intenso que en la bibliografía científica siguen apareciendo interpretaciones que describen el comienzo de la evolución de las plumas en los dinosaurios hallados en estos estratos en los que ya hay plumas completamente desarrolladas.<sup>38</sup> Ello ofrece

35. L. D. Martin, Z. Zhou et al., “*Confuciusornis sanctus* compared to *Archaeopteryx lithographica*” [Comparación entre *Confuciusornis sanctus* y *Archaeopteryx lithographica*], *Naturwissenschaften* 85 (1998): 286-289.

36. X. Xu et al., “Four-winged dinosaurs from China” [Dinosaurios chinos de cuatro alas], *Nature* 421 (2003): 335-340.

37. Por ejemplo, L. D. Martin, *art. cit.* [véase la nota 35]; R. O. Prum y A. H. Brush, “Which came first, the feather or the bird?” [¿Qué fue antes: la pluma o el ave?], *Scientific American* 288/3 (2003): 84-93.

38. El concepto de la evolución paralela o convergente, que sugiere que distintos procesos evolutivos independientes han producido la misma estructura permitiría que se hubiera producido una evolución independiente de plumas tanto en los dinosaurios como en los antecesores evolutivos de *Archaeopteryx*. Hay quienes presentan sus reparos a esto, y señalan que las plumas son estructuras tan sumamente especializadas que es improbable que su evolución ocurriese más de una vez. Tanto los ornitólogos de BAND como los paleontólogos se valen de la evolución convergente en sus interpretaciones.



**Figura 6.2** Detalles de los rasgos estructurales de una parte diminuta de una pluma copertera. El raquis es la columna central que vemos en las plumas normales. Las barbas se ramifican del raquis, y las ramificaciones menores, denominadas barbilla, se entrecruzan para dar consistencia a las barbas. Algunas barbilla están dotadas de ganchos microscópicos que se acoplan en la cresta curva de las barbilla de otro tipo. Los ganchos pueden deslizarse por las barbilla, proporcionando así a la pluma una combinación de flexibilidad y rigidez.

Según T. I. Storer, R. L. Usinger y J. W. Nybakken, 1968. *Elements of zoology [Elementos de zoología]*, 3ª ed. (Nueva York: McGraw-Hill Book Co., 1968), p. 415.

una ilustración más de cómo una teoría, más que los hechos, puede impulsar a la ciencia.<sup>39</sup>

No es posible pegar, sin más, plumas en un dinosaurio u otro tipo de animal y esperar que vuele. Las aves tienen características especiales que permiten el vuelo. Tales características incluyen un aparato respiratorio especial, músculos especiales, huesos ligeros<sup>40</sup>

39. Para una reseña de la perspectiva de los paleontólogos, véase Mark A. Norell y X. Xu, "Feathered dinosaurs" [Dinosaurios con plumas], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 33 (2005): 277-299.

40. Véase, por ejemplo, J. A. Ruben et al., "Pulmonary function and metabolic physiology of theropod dinosaurs" [La función pulmonar y la fisiología metabólica de los dinosaurios terópodos], *Science* 283 (1999): 514-516.

y, por encima de todo, plumas remeras. Lo que ha dado en llamarse dinopelusa, descrito anteriormente, no cumple los requisitos que deben tener las plumas rémiges, aunque algunos evolucionistas sugieren que las plumas evolucionaron a partir de una estructura filamentosa que empezó sirviendo de aislamiento. Sin embargo, ello es especulación, y nuevos hallazgos fósiles podrían cambiarlo todo. Hasta ahora los paleontólogos no han descubierto ningún dinosaurio real con plumas remeras.<sup>41</sup> Los evolucionistas sugieren a menudo que las plumas fueron el resultado de la modificación de las escamas reptilianas del antecesor evolutivo de las aves, pero no parece que sea así. Basándose en los nuevos hallazgos,<sup>42</sup> el paleontólogo Richard Cowen, advierte que «las proteínas que componen las plumas en las aves vivas son completamente distintas de las proteínas que componen las escamas reptilianas en la actualidad».<sup>43</sup> Además, las plumas rémiges son estructuras muy especializadas que resultan sumamente ligeras, resistentes, flexibles y complicadas. Tienen un eje principal o raquis, barbas laterales, barbillas en las barbas, y muchos pequeños ganchos en las barbillas que actúan como el velcro (Figura 6.2). Cuando las barbas se separan, el ave puede volver a engancharlas acicalándolas con el pico. Pero eso es solo una pequeña parte de un sistema mucho más complejo de sensores y músculos que pueden regular el movimiento preciso de las alas, y todo ello requiere un complejo sistema de coordinación ubicado en el cerebro.<sup>44</sup> Aún falta mucho para que se presente una buena explicación de la evolución

41. Un informe reciente de Mark A. Norell, del American Museum of Natural History (Mark A. Norell, "The dragons of Liaoning: A trove of feathered dinosaurs and other astounding fossil finds in northern China shakes the roots of paleontology" [Los dragones de Liaoning: Un tesoro escondido de dinosaurios con plumas y otros hallazgos fósiles asombrosos en la China septentrional sacude los cimientos de la paleontología], *Discover* 26/6 [2005]: 58-63), no aporta pruebas convincentes de que se hayan descubierto plumas auténticas en dinosaurios. Hay estructuras extrañas que se están haciendo pasar como plumas en esos animales, y es posible que lleguen a descubrirse plumas rémiges auténticas; sin embargo, es preciso evaluar minuciosamente cualquier informe en ese sentido.

42. A. H. Brush, "On the origin of feathers" [Del origen de las plumas], *Journal of Evolutionary Biology* 9 (1996): 131-142.

43. Cowen, *op. cit.*, p. 205. [Véase la nota 14.]

44. A. C. Thoresen, "Designed for flight" [Diseñados para el vuelo], en R. H. Utt, ed., *Creation: Nature's designs and Designer* [La creación: Los diseños y el Diseñador de la naturaleza] (Mountain View, California: Pacific Press Pub. Assn., 1971), pp. 8-23.

de las aves voladoras a partir de los dinosaurios o de algún antepasado reptiliano desconocido.

## Lecciones que podemos extraer del arqueorraptor

El 15 de octubre de 1999 la National Geographic Society tenía programada una importante rueda de prensa en su Salón del Explorador, en Washington, D.C. Anunció un nuevo hallazgo fósil, expuesto para su exhibición, al que se dio el nombre de *Archaeoraptor*. Según afirmaba la Sociedad, se trataba de un “eslabón perdido” entre los dinosaurios y las aves. El fósil tenía cuerpo de ave, pero la cola era claramente la de un dinosaurio. Algunos de los científicos presentes, que habían estudiado el fósil, comentaron: «Estamos contemplando el primer dinosaurio que fue capaz de volar [...]. Es poco menos que abrumador». «Podemos por fin decir que algunos dinosaurios sí sobrevivieron; los llamamos aves». <sup>45</sup> Impresionados, como era preceptivo, los medios públicos de difusión respondieron con otra oleada de *dinomanía*. El anuncio precedió la publicación del número de noviembre de *National Geographic* en el que figuraba el hallazgo fósil bajo el título de “¿Plumas para *T. rex*? Nuevos fósiles aviares son eslabones perdidos en la evolución de los dinosaurios”. Ese artículo, <sup>46</sup> que contenía una ilustración de un modelo en vuelo de *Archaeoraptor* y otra de un joven dinosaurio de la especie *T. rex* cubierto de plumón, afirmaba que «ahora podemos decir que las aves son [dinosaurios] terópodos con la misma seguridad con la que decimos que los humanos somos mamíferos» y que «todo, desde las fiambreras hasta las exposiciones en los museos, cambiará para reflejar esta revelación». El artículo calificaba a *Archaeoraptor* de «eslabón perdido entre los dinosaurios terrestres y las aves que podían volar realmente». Además, «esta mezcla de rasgos avanzados y primitivos es exactamente lo que los científicos esperaban hallar en los dinosaurios que realizaban experimentos con el vuelo». Era precisamente el tipo de hallazgo que necesitaban las

---

45. Según cita Chambers, *op. cit.*, p. 245. [Véase la nota 10.]

46. C. P. Sloan, “Feathers for *T. rex*? New birdlike fossils are missing links in dinosaur evolution”, *National Geographic* 196/5 (1999): 98-107.

filas de los paleontólogos para dar apoyo a su argumentación de que las aves evolucionaron de los dinosaurios.

La euforia que acompañó al anuncio no duró mucho. En cuestión de días algunos científicos empezaron a cuestionar la autenticidad del fósil. Los ornitólogos de BAND fueron especialmente suspicaces. En una carta abierta dirigida a Peter Raven, secretario del Comité de Investigación y Exploración de la National Geographic Society, Storrs Olson comentó que «National Geographic ha tocado fondo por enzarzarse en un periodismo amarillista que no comprueba las cosas». También señaló que la cría de *T. rex* «cubierta de plumas [...] es sencillamente imaginaria y no hay cabida para tal cosa fuera de la ciencia ficción». Además, «la verdad y la meticulosa ponderación científica de la evidencia han estado entre las primeras víctimas» al apoyar el origen de las aves a partir de los terópodos, «que en la actualidad se está convirtiendo a pasos agigantados en una de los mayores fraudes científicos de nuestro tiempo».<sup>47</sup>

Al final resultó que *Archaeoraptor* era un fósil compuesto que consistía en muchas partes pegadas entre sí de forma primorosa. La cola de dinosaurio había sido añadida al cuerpo de un ave (para la identificación, véase la Figura 6.3). Además, las patas eran en realidad una sola pata derecha, usándose su molde, tomado de la contraplaca pétrea suprayacente, como si fuera la otra pata. En la actualidad el arqueorraptor es conocido como el “pájaro de Piltdown”, expresión derivada del famoso engaño de Piltdown, en el que alguien, a comienzos del siglo XX, encajó de manera burda una quijada simiesca en una calavera humana. Durante más de cuarenta años, antes de que un estudio más minucioso pusiese el engaño de manifiesto, el fraude mantuvo una posición respetada como eslabón perdido en la evolución humana. La historia del arqueorraptor es igual de triste. Se originó en los famosos yacimientos fósiles de Liaoning, en China, y se le pegaron partes adicionales para potenciar su valor. Dado que es ilegal sacar esos fósiles de China, alguien lo introdujo de contrabando en Estados Unidos y acabó apareciendo

47. Esta carta y correspondencia afín están disponibles en muchas páginas *web*, como Answers in Genesis, <http://www.answersingenesis.org/> (consultada en abril de 2005).



en una exhibición de gemas, minerales y fósiles famosa en el mundo entero que se celebra en Tucson, Arizona.

Stephen Czerkas, director de un pequeño museo sito en Blanding, Utah, quedó asombrado cuando vio el fósil, e inmediatamente percibió su potencial como forma intermedia entre los dinosaurios y las aves. Pagó los ochenta mil dólares que pedían y, tras regresar a Blanding, intentó hacerse con los servicios del prestigioso Philip J. Currie, del Royal Tyrell Museum of Paleontology de Alberta, Canadá, para que lo estudiara. Currie se puso en contacto con los responsables de la National Geographic Society, entidad que con frecuencia publica artículos sobre la evolución,<sup>48</sup> y estos indicaron que darían su apoyo al proyecto. También impusieron un secreto absoluto sobre el estudio para potenciar la efectividad del tipo de anuncio publicitario por todo lo alto que pensaban hacer sobre el sorprendente eslabón perdido. Xing Xu (del Instituto de Paleontología Vertebrada de Pekín), Timothy Rowe (de la Universidad de Texas) y otros expertos se incorporaron al equipo de estudio. Czerkas, Currie y Xu han sido fervientes promotores del punto de vista paleontológico, según el cual las aves evolucionaron de los dinosaurios.

Los científicos acordaron que el ejemplar objeto de contrabando sería devuelto a China. Además, las placas de rayos X revelaron que la muestra con la placa fósil consistía en 88 partes diferenciadas.<sup>49</sup> Algunos de los investigadores observaron además que los huesos dinosaurianos de la cola no estaban debidamente unidos al cuerpo aviar y que las dos patas eran una única pata tal como quedó reflejada en la placa y en su contraplaca suprayacente. Es posible que los detalles de lo que aconteció durante el estudio nunca lleguen a saberse. Se habían apreciado varias señales de alarma, pero no echaron por tierra el proyecto. Aunque la debacle se ha atribuido en parte a la falta de comunicación, Louis M. Simons, curtido periodista investigador al que se le pidió que estudiase el asunto, encontró muchas discrepan-

---

48. Para un ejemplo reciente, véase D. Quammen, "Was Darwin wrong? No. The evidence for evolution is overwhelming" [¿Se equivocó Darwin? No. Las pruebas a favor de la evolución son abrumadoras], *National Geographic* 206/5 (2004): 2-35.

49. T. Rowe et al., "The *Archaeoraptor* forgery" [La falsificación de *Archaeoraptor*], *Nature* 410 (2001): 539, 540.



**Figura 6.3** Representación de *Archaeoraptor*, falso fósil con el que fueron engañados varios científicos y del que se dijo que era un eslabón perdido entre los dinosaurios y las aves. La cabeza aparece en la esquina superior izquierda de la placa pétrea. El fósil es una combinación, principalmente, de un ave fósil, en la parte superior, y, debajo, de una cola de dinosaurio (flecha inferior). Los tenues indicios de patas que hay a cada lado de la cola en la mitad inferior de la figura (las parejas de flechas que apuntan a derecha e izquierda) son en realidad una única pata que aparece también reflejada en su molde en la contraplaca suprayacente de la placa pétrea y que se usó como segunda pata al otro lado de la cola. El fósil tiene solo unos treinta centímetros de longitud. Foto de Lenore Roth.

Interpretación según P. Chambers, *Bones of Contention: The Archaeopteryx Scandals* [Los huesos de la discordia: Los escándalos del arqueópteryx] (Londres: John Murray Publishers Ltd., 2002), p. 242.

cias al entrevistar a los participantes. Observa que «pocos aceptan las

culpa; todos acusan a otra persona». <sup>50</sup> A *National Geographic* le habría gustado que se hubiese producido una publicación casi simultánea de los detalles de *Archaeoraptor* en una revista técnica, pero no se produjo ninguna. *Nature* y *Science* se negaron por igual a publicar un informe técnico que admitiera la naturaleza compuesta de la muestra pero que siguiera considerándola un tipo de organismo.

Entretanto, *National Geographic*, con una fecha tope para su gigantesca labor editorial, siguió adelante y publicó el tristemente famoso número de noviembre sin un informe técnico complementario, amén de su extraordinario anuncio a bombo y platillo. Había persistentes rumores de que el fósil era un fraude. A su regreso a China, Xing Xu pudo encontrar el correspondiente negativo de la placa de la cola de *Archaeoraptor*. La correspondencia era perfecta, ¡y estaba unida al cuerpo de un dinosaurio! Informó con pesar a sus colegas de Estados Unidos que «tenemos que admitir que *Archaeoraptor* es un ejemplar falsificado». <sup>51</sup> Aunque en un primer momento algunos de los que habían estudiado el ejemplar no aceptaron su informe, en la actualidad todos parecen coincidir en que se trata de un fraude. El bochornoso episodio atrajo el interés de la prensa internacional. La parte aviar de *Archaeoraptor* ha vuelto a ser estudiada junto con un ejemplar similar, y ha recibido un nombre científico diferente que el que le dio *National Geographic*. Ahora se llama *Yanornis martini*, y quienes describen este animal proponen que las patas (no la cola) de *Archaeoraptor* pertenecen a esta nueva especie. <sup>52</sup> Los ornitólogos de BAND habían ganado este asalto, pero los paleontólogos, que tienen de su parte a los medios de comunicación, han demostrado mucha persistencia. Otros han expresado la preocupación de que «los científicos tengan demasiado recelo a manifestar sus temores a quienes los financian desde los medios de comunicación». <sup>53</sup> Los medios de comunicación siguen clavando plumas al *T. rex* aunque no se ha encontrado ninguna

50. Louis M. Simons, "Archaeoraptor fossil trail" [El rastro fósil de *Archaeoraptor*], *National Geographic* 198/4 (2000): 128-132.

51. Según señala Simons, *art. cit.* [Véase la nota 50.]

52. Z. Zhou, J. Clarke y F. Zhang, "Archaeoraptor's better half" [La mitad mejor de *Archaeoraptor*], *Nature* 420 (2002): 285.

53. Chambers, *op. cit.*, p. 248. [Véase la nota 10.]

pluma asociada con los fósiles de *T. rex*. Keith Thomson, profesor y director del Museo de la Universidad de Oxford, resume mordazmente el razonamiento empleado para dotar de plumas a *T. rex* dando el resultado final de «plumas 3, lógica 0». <sup>54</sup>

Resulta que la teoría evolutiva sigue sin tener un modelo verificado para el origen de las plumas, del vuelo o de las aves; y prosigue la batalla entre los paleontólogos y los ornitólogos de BAND mientras que *las teorías, y no lo hechos, impulsan la ciencia*. Nadie parece haber aprendido lección alguna sobre la conveniencia de la cautela. ¡Desde el desastre de *Archaeoraptor*, la National Geographic Society y el museo de Stephen Czerkas en Utah han publicado libros con ilustraciones de dinosaurios con plumas!<sup>55</sup> Desgraciadamente, la evolución de las aves no es un caso aislado. En el libro *Icons of Evolution: Science or Myth? Why Much of What We Teach about Evolution Is Wrong* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito? Por qué está mal gran parte de lo que enseñamos sobre evolución], el biólogo Jonathan Wells documenta varios ejemplos adicionales.<sup>56</sup>

## La insidiosa potencia de los paradigmas

Hay muchos factores que favorecen la pervivencia de un paradigma, y uno de los más significativos es el empeño de los científicos que lo promueven. Es difícil que una persona abandone lo que quiere creer, y la propia honra puede ser un factor fundamental. En una ocasión, el famoso físico alemán Max Planck observó con franqueza que una «nueva verdad científica no triunfa porque sus oponentes queden convencidos y se logre que vean la luz, sino más bien porque sus oponentes acaban muriendo y surge una nueva generación que está familiarizada con esa verdad». <sup>57</sup> A veces,

54. Keith S. Thomson, "Dinosaurs, the media and Andy Warhol" [Los dinosaurios, los medios de comunicación y Andy Warhol], *American Scientist* 90 (2002): 222-224.

55. Stephen J. Czerkas, ed. *Feathered dinosaurs and the origin of flight* [Los dinosaurios con plumas y el origen del vuelo] (Blanding, Utah: The Dinosaur Museum, 2002); C. P. Sloan, *Feathered dinosaurs* [Los dinosaurios con plumas] (Washington, D.C.: National Geographic Society, 2000).

56. Wells, *op. cit.* [Véase la nota 14.]

57. Max Planck, *Scientific autobiography and other papers* [Autobiografía científica y otros trabajos], F. Gaynor, trad. (Westport, Connecticut: Greenwood Press, Pub., 1949), pp. 33, 34.

el principio se expresa con mayor crudeza con la expresión «¡La ciencia progresa funeral a funeral!»

Los cínicos afirman que «la historia pertenece a los vencedores», y así ocurre a menudo. Una vez que un paradigma alcanza la posición dominante, no es probable que quienes lo apoyan permitan que su logro se eche en olvido. La ridiculización de otros paradigmas puede crear un “clima de opinión” que fomente decididamente el punto de vista dominante, sea este cierto o no. Una de las desgraciadas consecuencias de ello es que, en vez de ahondar en las cuestiones más profundas de su investigación, los científicos dejan de investigar<sup>58</sup> y empiezan a publicar cuando sus datos parecen coincidir con el paradigma aceptado. Esto puede mantener el paradigma, especialmente en las áreas más especulativas de la ciencia, en las que disponemos de pocos datos. No es fácil revisar un paradigma dominante, y cuando entran en juego los medios de comunicación y la industria del espectáculo, como suele ocurrir en los casos en los que están implicados los puntos de vista científicos fundamentales, el cambio se hace aún más difícil. Los paradigmas tienen la tendencia a cobrar vida propia, y, a veces, como ocurre en el caso de la evolución, llegan mucho más allá de la comunidad científica.

No es preciso que las ideas dominantes y los paradigmas estén basados en hechos para lograr su aceptación. Con harta frecuencia, la humanidad se sale por tangentes sin sustanciación, y la ciencia no está exenta de ello. Algunos ejemplos bastan para ilustrarlo:

1. El famoso “juicio al mono” se celebró en 1925 en la población de Dayton, Tennessee. Aunque se refería a detalles técnicos sobre la enseñanza de la evolución en escuelas públicas, el juicio acabó convirtiéndose en un combate público, famoso en el mundo entero, entre la evolución y la creación. La opinión popular ha sostenido que Clarence Darrow, famoso abogado de Chicago, que defendía la evolución, se impuso a William Jennings Bryan, tres veces candidato a la presidencia de Estados

---

58. L. M. Branscomb, “Integrity in science” [La integridad en la ciencia], *American Scientist* 73 (1985): 421-423.

Unidos, que argumentaba en defensa de la creación. Eso fue lo que me contaron cuando estaba en la facultad. La reciente reevaluación del juicio por parte de dos historiadores prominentes, Ronald Numbers, de la Universidad de Wisconsin, y Edward Larson, de la Universidad de Georgia, pone de manifiesto que la evolución no ganó.<sup>59</sup> En el caso más favorable para la evolución, el resultado del juicio fue un empate. Por otra parte, Darrow formuló varias preguntas sagaces que Bryan no contestó bien. Además, muchos creyeron que la actitud ridícula y arrogante de Darrow le hizo perder el caso. Se opuso a que se elevasen oraciones en la sala, y el juez acabó imputándole desacato al tribunal. Muchos informes periodísticos y otros documentos que aparecieron cuando concluyó el juicio reflejaban la inquietante preocupación de que la evolución hubiese perdido. La versión popular actual de que Darrow se impuso a Bryan refleja en buena medida la posición del libro *Only Yesterday* [Solo ayer], del que se vendieron más de un millón de ejemplares, y de la conocida obra de teatro y la película *Inherit the Wind* (*Heredarás el viento* o *La herencia del viento*, según donde se proyectase). Ambos dan una visión distorsionada del juicio que favorece muchísimo a Darrow.<sup>60</sup> La amplia aceptación de la idea de que Darrow fue el ganador es un invento moderno que se introdujo subrepticamente mucho después de que acabase el juicio.

2. Es posible que al lector le hayan presentado el descabellado concepto de una tierra plana y de cómo Cristóbal Colón osó desafiar ese falso dogma promovido por la iglesia. Colón soltó amarras rumbo a “Norteamérica” ¡y llegó allí sin caerse en el borde de la Tierra! Tal es la “sabiduría” convencional presentada

59. E. J. Larson, *Summer for the gods: The Scopes trial and America's continuing debate over science and religion* [El verano para los dioses: El juicio de Scopes y el enquistado debate sobre ciencia y religión en Estados Unidos] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1997), pp. 206-208; ídem, *Evolution: The remarkable history of a scientific theory* [La evolución: La notable historia de una teoría científica] (Nueva York: Modern Library, 2004), p. 217.

60. Véanse comentarios adicionales en M. Ruse, *The evolution-creation struggle* [La lucha entre evolución y creación] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2005), pp. 164-167.

en muchos libros de texto y enciclopedias.<sup>61</sup> Pero resulta que se trata de uno de tantos conceptos erróneos. Una meticulosa investigación llevada a cabo por Jeffery Burton Russell, profesor de historia en el campus de Santa Bárbara de la Universidad de California, pinta un escenario completamente distinto. En el libro *Inventing the Flat Earth: Columbus and Modern Historians*,<sup>62</sup> Russell explica cómo se convirtió en dogma la falsedad. En los primeros dos milenios del cristianismo apenas hubo eruditos de la iglesia que creyeran en una Tierra plana —casi todos consideraban que la Tierra era una esfera—, pero en el siglo XIX hubo dos libros muy difundidos que lograron convencer al mundo entero de lo contrario. Se trató de *History of the Conflict Between Religion and Science* [Historia del conflicto entre la religión y la ciencia] y *A History of the Warfare of Science With Theology in Christendom* [Historia de la guerra de la ciencia con la teología en la cristiandad].<sup>63</sup> Ambos libros promovían la superioridad de la ciencia y acusaban a la iglesia de propagar el error. Sin embargo, sus autores eran precisamente los culpables de falsedad al presentar su errónea afirmación de que la iglesia enseñase la existencia de una Tierra plana. Afortunadamente, en los últimos años los libros de texto y las obras de referencia han empezado a corregir el error.

3. En 1860, en la Universidad de Oxford, en Inglaterra, se produjo un famoso enfrentamiento entre el obispo de Oxford, Samuel Wilberforce, apodado “Sam el adulador”, y Thomas Huxley, a quien le pusieron el mote de “fiel *bulldog* de Darwin”. Una de las anécdotas preponderantes, contada una y otra vez por gene-

61. Stephen J. Gould, “The persistently flat earth” [La Tierra persistentemente plana], *Natural History* 103/3 (1994): 12, 14-19; J. B. Russell, *Inventing the flat earth: Columbus and modern historians* [El invento de la Tierra plana: Colón y los historiadores modernos] (Nueva York: Praeger Publishers, 1991).

62. Russell, *op. cit.* [Véase la nota 61.]

63. J. W. Draper, *History of the conflict between religion and science*, 5ª ed. (Nueva York: D. Appleton and Company, 1875); A. D. White, *A history of the warfare of science with theology in Christendom*, 2 tomos (Nueva York: Dover Publications, 1896, 1960). Es probable que Draper y White se inspiraran en William Whewell, quien en 1837 publicó el libro *History of the Inductive Sciences* [Historia de las ciencias inductivas].

raciones de evolucionistas,<sup>64</sup> narra que Thomas Huxley aplastó a Wilberforce. Existen varias versiones del incidente. Según una, cuando Wilberforce disertaba sobre la ausencia de formas fósiles intermedias, se volvió a Huxley de forma impertinente y descorrés y le preguntó si descendía de un simio por parte de abuela o de abuelo. Ello desató una andanada de vítores y risotadas de la concurrencia oxoniense, por entonces mayoritariamente contraria al darwinismo. Huxley comentó de inmediato a un amigo que el Señor había entregado al obispo en sus manos. Después, cuando replicó de forma explícita a la duda del obispo, Huxley indicó que prefería descender de un simio que de un hombre que utiliza su influencia para oscurecer la verdad. Su ridiculización del respetado obispo despertó un clamor de protestas y se cuenta que una mujer se desmayó, mientras que los propios partidarios de Huxley daban vítores ruidosamente.<sup>65</sup> En realidad, en el mejor de los casos para Huxley, el resultado del encuentro fue un empate. Pero la historia ha cobrado vida propia, pues se presenta como una tremenda victoria para Huxley.<sup>66</sup> La realidad parece ser muy diferente de la tradición popular actual. Una reseña crítica del incidente llevada a cabo por el historiador de la Universidad de Oxford J. R. Lucas<sup>67</sup> indica que es probable que Huxley hubiese tergiversado el resultado del encuentro y que, además, la pregunta de Wilberforce en cuanto a la ascendencia simiesca no se dirigió a Huxley en modo alguno, sino que se trató de una pregunta retórica dirigida a “cualquiera”. Sin embargo, con el paso de los años, la leyenda

64. M. Ruse, *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001), p. 60.

65. Para relatos de este incidente, véanse Chambers, *op. cit.*, pp. 14-22 [véase la nota 10]; H. Hellman, *Great feuds in science: Ten of the liveliest disputes ever* [Grandes peleas en la ciencia: Diez de las disputas más reñidas jamás libradas] (Nueva York: John Wiley and Sons, Inc., 1998), pp. 81-103.

66. Por ejemplo, W. C. Dampier, *A history of science: And its relations with philosophy and religion* [Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión], 4ª ed. (Cambridge: University Press, 1949), p. 279; Ruse, *The evolution wars*, pp. 59, 60 [véase la nota 64]; L. A. Witham, *Where Darwin meets the Bible: Creationists and evolutionists in America* [Donde Darwin se encuentra con la Biblia: Creacionistas y evolucionistas en Norteamérica] (Oxford: Oxford University Press, 2002), pp. 212-214.

67. J. R. Lucas, “Wilberforce and Huxley: A legendary encounter” [Wilberforce y Huxley: Encuentro legendario], *The Historical Journal* 22/2 (1979): 313-330.



de la victoria de Huxley fue ganando aceptación a medida que la evolución darwiniana se convertía en el punto de vista dominante, al menos entre los científicos.

4. Hay muchos que consideran que Margaret Mead fue la antropóloga cultural más famosa del siglo XX. En 1928 publicó el legendario libro *Coming of Age in Samoa* [Adolescencia, sexo y cultura en Samoa]. Fue un éxito inmediato, y acabó vendiendo millones de ejemplares, con traducciones a 16 idiomas. El libro alababa las ventajas de la libertad de las nociones culturales de urbanidad, y ponía como ejemplo digno de imitación el estilo de vida de sexualidad libre de Samoa, en especial entre los jóvenes, que se criaban en un entorno sin las trabas de una organización de tipo familiar que ahoga la vida emocional. En buena lógica, también señalaba que los valores familiares en Samoa tenían una prioridad baja.

En los Estados Unidos, Mead se convirtió en una gurú para muchos jóvenes y para sus progenitores en la turbulenta década de 1960. Su famoso libro tuvo amplia influencia, pues hacía hincapié en el papel de la cultura, más que la herencia, en la determinación de la conducta. El tema tenía relación con el conflicto de “lo innato y lo adquirido”, que era un asunto candente en esa época y que ha seguido latente desde entonces. La concepción de la sociobiología, que abordaremos más adelante,<sup>68</sup> está del lado de lo innato, de la naturaleza (los genes), mientras que Mead y muchos sociólogos tienden a estar del lado de lo adquirido, de lo asimilado (la cultura). Los historiadores han dado el calificativo de deterministas culturales absolutos a Mead y algunos de sus colegas. Algunos atribuyen a su libro el mérito de haber arrancado «por sí solo»<sup>69</sup> el corazón del próspero movimiento eugenésico de esa época, movimiento que se proponía la mejora de la humanidad restringiendo la reproducción de individuos y grupos a los que se consideraba genéticamente inferiores. Ahora parece que el libro fue en gran medida una proyección de las

---

68. Véase el capítulo 7.

69. Hellmann, *op. cit.*, p. 178. [Véase la nota 65.]

fantasías de Mead, y que, además, pudiera haber sido engañada para que llegase a conclusiones falsas. Algunos samoanos cultos se sintieron muy molestos con la forma distorsionada en que se presentaba su cultura, mientras que otros lugareños indicaron que si alguna vez se le ocurría volver a Samoa ¡la atarían y la echarían a los tiburones!

En el libro *Margaret Mead and Samoa: The Making and Unmaking of an Anthropological Myth*,<sup>70</sup> el antropólogo australiano Derek Freeman, que lleva años estudiando la cultura de Samoa, señala que muchas de las afirmaciones de Mead están «en el error de forma fundamental, y algunas de ellas son falsas hasta extremos ridículos».<sup>71</sup> Su libro, publicado por la Harvard University Press, fue merecedor de un anuncio en la portada del *Times* de Nueva York cuando apareció en 1983. Por suerte para Mead, salió de la imprenta tras su muerte. El estudio de Freeman indica que la evaluación hecha por Mead del comportamiento sexual de los samoanos fue en gran medida falsa. Los samoanos tienen unas normas sociales sumamente restrictivas, mucho más que las tradicionales en Occidente. La sociedad reverencia muchísimo el matrimonio y la virginidad, y era así aún antes de la llegada del cristianismo al archipiélago.<sup>72</sup>

La reacción al libro de Freeman fue violenta. Parte de ella recordaba más una campaña política que una actuación propia de eruditos. Aparecieron todo tipo de puntos de vista, a favor y en contra, en artículos, libros, reseñas de libros y reseñas de reseñas de libros. Algunos vilipendiaban a Mead, otros atacaban a Freeman, y aún otros se preguntaban cómo era posible que información tan errónea hubiera podido deparar tanta fama a Margaret Mead. Nuestra inquietud aquí no es si lo innato, lo adquirido o el libre albedrío determinan el comportamiento, pero las pruebas parecen indicar que la inválida información

70. Derek Freeman, *Margaret Mead and Samoa: the making and unmaking of an anthropological myth* [Margaret Mead y Samoa: Construcción y destrucción de un mito antropológico] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1983).

71. *Ibid.*, p. 288.

72. Hellmann, *op. cit.*, pp. 177-192. [Véase la nota 65.]

de Mead provocó un cambio importante de cosmovisión, o, al menos, influyó decisivamente para que se produjera.

Cabe preguntarse cuántos conceptos erróneos más se esconden en nuestras bibliotecas, en nuestros libros de texto y en nuestras aulas. Los cuatro ejemplos que acabamos de presentar ilustran lo fácil que resulta aceptar ideas que pueden tener poco sustento en los hechos. Aunque deberíamos ser tolerantes con los diversos puntos de vista, no conviene que seamos ingenuos. No deberíamos aceptar sin sentido crítico las modas intelectuales ni en el ámbito de la ciencia ni en ningún otro. La mejor manera que conozco de evitar ser engañados por ideas populares y paradigmas erróneos es tener un pensamiento independiente y profundizar con más ahínco en el estudio, sin confundir datos e interpretaciones, prestando especial atención a los mejores datos.

## La sociología de la ciencia

Cuando, durante la Segunda Guerra Mundial, el gobierno de los Estados Unidos financió el Proyecto Manhattan, varios de los mejores científicos del mundo aunaron sus fuerzas para producir la primera bomba atómica, todo un ejemplo de un gobierno que influye decisivamente en la dirección de las indagaciones científicas. Hace tiempo que se sabe que factores externos como la opinión pública y el apoyo económico<sup>73</sup> inciden en la investigación científica. Pese a ello, la práctica de la ciencia ha presumido de ser objetiva y racional, y a menudo se ha considerado que así es.<sup>74</sup> Desgraciadamente, con demasiada frecuencia no es ese el caso.

La ciencia tuvo su apogeo después de la Segunda Guerra Mundial, cuando el éxito de la bomba atómica y del satélite soviético *Sputnik*, lanzado en 1957, potenciaron enormemente el respeto por los es-

---

73. R. K. Merton, *Science, technology and society in seventeenth-century England* [Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII] (Nueva York: Howard Fertig, 1970).

74. U. Segerstråle, "Science and science studies: Enemies or allies?" [La ciencia y los estudios científicos: ¿Enemigos o aliados?], en U. Segerstråle, ed. *Beyond the science wars: The missing discourse about science and society* [Más allá de las guerras de la ciencia: El discurso ausente sobre la ciencia y la sociedad] (Albany, Nueva York: State University of New York Press, 2000), pp. 1-40.

fuerzos de esta índole. Los fondos para la investigación aflúan a las universidades a un ritmo inaudito, y no era difícil lograr la financiación de proyectos científicos. Yo mismo recibí del gobierno varias becas de investigación y también trabajé en varios proyectos científicos patrocinados por el gobierno.

Sin embargo, la ciencia pasa por tiempos más difíciles desde entonces. La gente ya no percibe que su valor para la sociedad sea tan necesario, y su objetividad y su integridad afrontan desafíos crecientes. Varios sociólogos han hecho evaluaciones de la ciencia, lo que ha dejado a algunos científicos preguntándose si los sociólogos no deberían ocuparse de sus propios asuntos. Los sociólogos, no obstante, afirman que la sociología de la ciencia es asunto suyo. Es un tema espinoso que ha generado su cuota de conflicto y desacuerdo. Desgraciadamente, no es difícil hacer que la autoestima de la comunidad científica, que parece tener dificultades para recordar todos los errores que ha promovido en el pasado, se resienta. Por otro lado, a los sociólogos parece olvidárseles que la ciencia trata a veces hechos objetivos simples a los que no es fácil someter a influencias sociológicas.

Cuando empezaban a multiplicarse los estudios sobre la sociología de la ciencia, el sociólogo Bernard Barber publicó un artículo seminal sobre el asunto en la revista *Science*.<sup>75</sup> Se titulaba “Resistance by Scientists to Scientific Discovery” y enumeraba varios factores que pueden afectar las conclusiones de la ciencia. Incluían: (a) interpretaciones sostenidas previamente; (b) conceptos metodológicos, como ser excesivamente proclive o excesivamente hostil a las matemáticas; (c) la religión del científico, pues influye en la ciencia de formas diversas; (d) el prestigio profesional; (e) la especialización profesional; y (f) las sociedades, los grupos y las “escuelas” de pensamiento. Los ejemplos de estas situaciones diversas abundan en la bibliografía sociológica e histórica.<sup>76</sup> Los científicos no siempre

75. Bernard Barber, “Resistance by scientists to scientific discovery” [La resistencia al descubrimiento científico por parte de los científicos], *Science* 134 (1961): 596-602.

76. Como introducción, véase el artículo seminal: S. Shapin, “History of science and its sociological reconstructions” [Historia de la ciencia y sus reconstrucciones sociológicas], *History of Science* 20/3 (1982): 157-211. Pueden encontrarse ejemplos adicionales en H. Collins y T. Pinch, *El golem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia* (Barcelona: Crítica, 1996);

## TABLA 6.1

### CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE LAS INTERPRETACIONES CIENTÍFICAS FIABLES

1. La interpretación encaja con los datos disponibles.
2. La idea es comprobable, especialmente mediante experimentos repetibles y con la observación. Es susceptible de invalidación.
3. La interpretación puede predecir resultados desconocidos.
4. El concepto no está envuelto en controversias.
5. La conclusión se basa en los datos de la naturaleza, no en la teoría ni en las ventajas comerciales.
6. Las reivindicaciones afines cuentan con buen apoyo.

acogen favorablemente tales puntos de vista, dado que cuestionan la idílica imagen de una ciencia libre de influencias externas.

El lamentable caso del monje agustino Gregor Mendel (1822–1884), que descubrió los principios básicos de la herencia mediante el cultivo de guisantes, ilustra perfectamente la influencia de los factores sociológicos en la ciencia. Mendel publicó sus épicos descubrimientos en una revista de la sociedad científica natural de Brno, en la actual República Checa. Al contrario de lo que indican algunas reseñas, la revista estaba muy difundida por Europa. Sin embargo, a pesar de los pasmosos datos de Mendel, las autoridades de su especialidad lo ignoraron por completo.<sup>77</sup> Únicamente después de su muerte, sus descubrimientos seminales fueron redescubiertos y respaldados por varios biólogos. ¿Por qué nadie le prestó atención? Se trata de una pregunta inquietante para la que no tenemos una respuesta definitiva, pero algunas de las sugerencias que se han dado giran en torno a las influencias sociológicas en la ciencia. El hecho de que se tratase de un monje desconocido y aislado, y no

<sup>77</sup> *idem*, *The golem at large: What you should know about technology* [El golem anda suelto: Lo que usted debería saber sobre la tecnología] (Cambridge: Cambridge University Press, 1998).

<sup>77</sup> Barber, *art. cit.* [Véase la nota 75.]

un miembro de la comunidad científica regular, fue, sin duda, un factor significativo. Los científicos no comprendieron ni apreciaron su novedosa metodología consistente en mezclar la botánica y las matemáticas. Las ideas competidoras sobre los factores de la herencia impidieron que Mendel recibiese la atención que merecía, y no era un momento propicio para la aceptación de sus revolucionarias ideas. Por suerte, la ciencia superó esos obstáculos, y ahora a Mendel se lo considera una de las personas más importantes de la historia de la ciencia.

## Cómo distinguir la buena ciencia de la mala ciencia

Una de las lecciones más importantes que podemos aprender es la constatación de que hay buena ciencia, pero también la hay mala. El descubrimiento de *Archaeoraptor* es un ejemplo de mala ciencia, pero la ubicación del planeta Neptuno basándose en los datos del movimiento irregular de Urano es una ilustración de ciencia muy buena. En nuestros días, en que la ciencia desempeña un papel tan importante en nuestro pensamiento, es importante distinguir entre sus formas buena y mala. Desgraciadamente, no resulta fácil, en especial para los que no son científicos. Los datos incompletos o las falsas premisas pueden engañar incluso a los mejores científicos. Sin embargo, ciertas claves (Tabla 6.1) pueden ayudar a cualquiera a la hora de evaluar hasta qué punto pueden ser fidedignas las interpretaciones científicas.

1. ¿Cuadra la idea con los hechos? ¿Engendra una conclusión lógica, especialmente cuando consideramos una amplia gama de datos?
2. ¿Es comprobable lo que se reivindica? Especialmente, ¿es experimentalmente repetible? Se considera que la ciencia empírica, como los resultados de un experimento químico, es muy fiable. Por otra parte está lo que llamamos ciencia histórica,<sup>78</sup> que es más especulativa, y se la considera menos fiable. Un ejemplo sería el estudio de un fósil que incluye únicamente parte de un solo ejemplar y que, a partir de dicho estudio, intentemos deducir qué

78. Documentada con más detalle en el capítulo 8.

ocurrió en un pasado que no podemos observar ahora. Algunas ideas son más fáciles de comprobar que otras. Ni la evolución ni la creación, a las que se considera hechos del pasado, son fáciles de comprobar mediante observaciones actuales. Sin embargo, ello no quiere decir que no podamos valernos de observaciones actuales para deducir lo que pueda haber ocurrido en el pasado. Lo que importa es si la deducción encaja bien o no con los hechos. Algunos relacionan la verificabilidad con la capacidad de poder refutar lo que se reivindica, y concluyen que si no es susceptible de invalidación, no es en realidad ciencia.

3. ¿Puede usarse la idea para predecir resultados desconocidos? Un ejemplo, mencionado antes,<sup>79</sup> fue que el nivel energético de la resonancia del carbono resultase ser exactamente la que Sir Fred Hoyle había predicho que tendría. La predictibilidad es la ciencia en su máxima expresión.
4. ¿Está lo que se reivindica envuelto en controversias? Si los científicos mantienen disputas al respecto, el conflicto sugiere que también podrían ser sostenibles puntos de vista alternativos.
5. ¿Los datos de la naturaleza son la base de la conclusión, o el resultado viene dictado por la teoría? No conviene fiarse de la potencia de los paradigmas dominantes ni de los conceptos filosóficos. Hay que ser especialmente cauto si una teoría concreta conlleva ventajas comerciales o económicas. La investigación patrocinada por la industria tabaquera que sugiere la inocuidad del cigarrillo es un ejemplo excelente de error inducido por intereses económicos.
6. ¿Se reivindican cosas carentes de apoyo? Si es así, conviene no fiarse. Los argumentos no comprobados hacen que la sombra de la sospecha caiga sobre todo el conjunto. Especialmente común es la práctica de confundir la correlación en la abundancia de dos factores con causa y efecto. Por ejemplo, un estudio demostró que los consumidores de cigarrillos tenían peores calificaciones en la facultad que los no fumadores. La correlación se tomó en serio, y se dijo que la forma más sencilla de que los fumadores

---

79. Véase el capítulo 2.

obtuvieran mejores notas consistía en dejar de fumar. Pero esa conclusión podía estar muy equivocada. Podía ser, más bien, que las malas notas llevaban a los estudiantes a fumar. O que las personas que prefieran las actividades sociales al estudio también tienden a fumar, produciéndose así la correlación con las notas peores.<sup>80</sup> El solo hecho de que dos factores parezcan estar relacionados de forma cuantitativa no significa que uno sea causa del otro. Existe un grado de correlación elevadísimo en el mundo entero entre los hogares que tienen teléfono y los que tienen lavadora, pero todos sabemos que la posesión de uno de esos artefactos no causa la del otro. No deberíamos fiarnos de las conclusiones basadas en datos relacionados entre sí sin un estudio cuidadoso de causa y efecto; sin embargo, tanto los científicos como los medios de comunicación pasan por alto con frecuencia este factor decisivo.

Hay muchos componentes de nuestro complicado mundo que pueden dar la apariencia de una relación de causa y efecto que no existe en realidad. Para sacar el máximo provecho de la ciencia, hay que evaluar atentamente lo que se dice y separar la buena ciencia de la mala ciencia, porque, de ambas, hay de sobra.

## Resumen

El patrón del paradigma en la ciencia y en otros estudios indica la poderosa influencia de las ideas aceptadas. Esto debería ponernos en guardia y animarnos a ahondar en vez de seguir sin más el “clima de opinión” prevaleciente.

La prolongada búsqueda de cómo podrían haber evolucionado las aves no es el tipo de relato que pudiera convencer a nadie de que la interpretación científica es impulsada por datos. Los muchos puntos de vista contradictorios que los diversos grupos de científicos llevan manteniendo fervientemente durante más de siglo y medio ilustran cómo las teorías, más que los datos, pueden ser la fuerza motriz de la ciencia. Si la ciencia, como afirma,

80. D. Huff, *How to lie with statistics* [Cómo mentir con la estadística] (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1954), pp. 87-89.



es la búsqueda de la verdad sobre la naturaleza, ¿por qué caer en tanta especulación acompañada de tribalismo intelectual y no dejar simplemente que los hechos hablen por sí mismos? Reiteradamente, y más de lo que a muchos les gustaría admitir, los científicos, como el resto de la humanidad, creen lo que quieren creer, completando los datos ausentes con sus propias presuposiciones. No me cabe duda de que algunos de mis colegas científicos encontrarán ofensiva esta afirmación, y desearía que no fuese así, pero cuanto antes nos demos cuenta de ello, mejor será para la ciencia en su conjunto.

*Demasiado a menudo, la ciencia está más impulsada por las teorías que por los datos.* Por ello, resulta particularmente importante que hagamos el esfuerzo de intentar separar la buena ciencia, que lleva a la verdad sobre la naturaleza, de la mala ciencia, que no lo hace. Los científicos son muy humanos, y puede ser difícil dar con uno que, como el resto de la humanidad, no tenga unos intereses. Sin embargo, es más probable que los científicos que dan prioridad a los datos por encima de la teoría descubran lo que realmente ocurre en la naturaleza.

Todo lo anterior puede ser sumamente significativo para la cuestión de Dios. En los capítulos 2 a 5 presentamos muchos ejemplos de datos que indican la necesidad de un diseñador. Pese a tal evidencia, los científicos eluden semejante conclusión. Impera el paradigma dominante en la actualidad, según el cual la ciencia precisa explicarlo todo sin Dios, aunque para explicar los datos que encontramos, a menudo, ello suponga la conjetura desenfrenada. Con demasiada frecuencia, las actitudes personales y la sociología de la comunidad científica acaban por determinar qué se acepta como verdad. Hay otros factores distintos a los datos de la naturaleza que con frecuencia dan forma a las conclusiones de la ciencia.

# 7

## ¿Es exclusiva la ciencia?

*Intelectuales de letras en un extremo, científicos en el otro [...].  
Entre ambos, un abismo de incomprensión mutua.<sup>1</sup>*

Sir Charles Snow, escritor y científico

### Áreas que la ciencia evita en la actualidad

Hace dos siglos el prestigioso matemático y cosmólogo francés Pierre-Simon de Laplace escribió un famoso libro sobre mecánica celeste. En él describió su modelo para el origen del sistema solar, según el cual los planetas se formaron mediante la condensación de materia vaporosa. Laplace, que se había convertido en un famoso erudito, decidió hacer una presentación de su libro al emperador Napoleón. Alguien informó al emperador de antemano que el libro no mencionaba a Dios. Cuando Laplace le ofreció el libro, el emperador le preguntó por qué había escrito un libro sobre el universo y ni siquiera mencionaba a su Creador una vez. Laplace replicó sin rodeos que «no tenía necesidad de esa hipótesis concreta».<sup>2</sup>

---

1. Charles P. Snow, *The two cultures: And a second look* [Las dos culturas y una segunda mirada] (Nueva York: Mentor, 1959, 1963), pp. 11, 12.

2. Según reseña W. C. Dampier, *A history of science and its relation with philosophy and religion* [Historia de la ciencia y su relación con la filosofía y la religión], 4ª ed. (Nueva York: Macmillan

¡No tener necesidad de Dios! Aunque las diversas versiones del encuentro difieren en detalle, el incidente ilustra bien las actitudes científicas independientes y exclusivas que florecían en esa época.

El físico teórico Stephen Hawking refleja la misma tendencia cuando propone su universo autocontenido por entero que «no necesitaría nada fuera de sí para darle cuerda y poner en marcha sus mecanismos, sino que, en él, todo estaría determinado por las leyes de la ciencia y por los lanzamientos de dados dentro del universo. Puede parecer presuntuoso, pero es lo que [...] muchos otros científicos creemos».<sup>3</sup> En Francia el famoso zoólogo marino Félix Lacaze-Duthiers escribió sobre la puerta de su laboratorio: «La ciencia no tiene religión ni política».<sup>4</sup> Philipp Frank, físico de Harvard, comenta que en la ciencia «toda influencia de consideraciones morales, religiosas o políticas en la aceptación de una teoría es considerada “ilegítima” por la [...] “comunidad de científicos”».<sup>5</sup> Y el premio Nobel Christian de Duve, al abordar el peliagudo problema del origen espontáneo de la vida, indica que «debe evitarse cualquier insinuación de teleología [propósito]».<sup>6</sup>

Recientemente, la National Academy of Sciences [Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos] y la American Association for the Advancement of Science [Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia] han presentado objeciones frontales a ciertas tendencias en clases de ciencia de secundaria que promueven la presentación de alternativas a la evolución. Encuentran objetable la idea misma de que pudiera haber algún tipo de diseño inteligente en la naturaleza.<sup>7</sup> No todos los científicos

Co., 1949), p. 181. Traducido por mí de una cita en francés.

3. Stephen W. Hawking, *El universo en una cáscara de nuez* (Barcelona: Crítica, 2002), p. 85.

4. Citado en E. Nordenskiöld, *The history of biology: A survey* [Historia de la biología: Vista general], L. B. Eyre, trad. (Nueva York: Tudor Publishing Co., 1928), p. 426.

5. Citado en Bernard Barber, “Resistance by scientists to scientific discovery” [La resistencia al descubrimiento científico por parte de los científicos], *Science* 134 (1961): 596-602.

6. Christian de Duve, “The beginnings of life on earth” [Los comienzos de la vida en la Tierra], *American Scientist* 83 (1995): 428-437.

7. Para una decisión reciente de la junta de la American Association for the Advancement of Science, véase K. Frazier, “AAAS board urges opposing ‘intelligent design’ theory in science classes” [La junta de la AAAS insta a la oposición a la teoría del “diseño inteligente” en las clases de ciencia], *Skeptical Inquirer* 27/2 (2003): 5.

coincidirían en esto, pero el *ethos* —o pensamiento general— actual, especialmente el que proviene de los líderes de la comunidad científica, es que la ciencia debería valerse de sus propios medios y excluir todo lo demás. En particular, quieren excluir el espectro de la influencia religiosa.

Un grado de elitismo alienta la exclusividad en la ciencia, y las dos características pueden fomentarse mutuamente. Muchos científicos creen que la ciencia es superior a todos los demás métodos de investigación. Sin duda, el gran éxito de la ciencia en varias disciplinas ha contribuido a tal actitud, y es justificable cierto grado de orgullo. A la ciencia se le da especialmente bien intentar responder preguntas que cuestionan el *cómo* de las cosas, como la forma en que la gravedad afecta el movimiento de los planetas, pero no le va tan bien a la hora de abordar la pregunta del *porqué*, como por qué existe tan siquiera el universo. Desde luego, existen preguntas legítimas más allá del ámbito de la ciencia. «Si le dices a la ciencia que quieres fabricar una bomba atómica, te dirá cómo hacerla. Si le preguntas a la ciencia si de verdad deberías fabricarla, guardará silencio».<sup>8</sup> Quien busca la verdad y profundizar en la realidad también tiene derecho a formular preguntas que cuestionan el *porqué* de las cosas.

Richard Lewontin, biólogo de la Universidad de Harvard, también pone de manifiesto parte de la exclusividad de la ciencia en un perspicaz comentario cuya franqueza es digna de respeto: «Nuestra disposición a aceptar afirmaciones científicas contrarias al sentido común es clave para comprender la auténtica lucha que existe entre la ciencia y lo sobrenatural. Nos ponemos del lado de la ciencia *a pesar* del palmario despropósito de algunos de sus conceptos, *a pesar* de su incapacidad para cumplir muchas de sus exageradas promesas de vida y salud, *a pesar* de la tolerancia de la comunidad científica con cuentos sin fundamento cuya única justificación es el *porque sí*, porque tenemos un compromiso previo, un compromiso con el materialismo. No es que los métodos y las instituciones de la ciencia nos obliguen de algún modo a aceptar una explicación material

---

8. R. Chauvin, *Dieu des fourmis, Dieu des étoiles* (París: France Loisirs, 1989), p. 214. Traducción mía. Disponible en español como *Dios de las hormigas, Dios de las estrellas* (Madrid: Edaf, 1990).

del mundo fenomenológico, sino que, al contrario, nos vemos forzados, por nuestra adhesión apriorística a causas materiales, a crear un aparato de investigación y un conjunto de conceptos que producen explicaciones materiales, sin importar lo contrarias a la intuición que puedan resultar, sin importar lo incomprensibles que parezcan para el no iniciado. Además, ese materialismo es absoluto, porque no podemos permitir que se meta un Pie divino en la puerta». <sup>9</sup> En lo que a Dios respecta, la ciencia ha colgado ahora un cartel de “PROHIBIDO EL PASO”.

La evolución es uno de los principales actores en la postura exclusivista de la ciencia. Evita el concepto de Dios y todas las demás explicaciones no mecanicistas de los orígenes. La comunidad científica suele defender fervientemente la evolución. Y aunque la ciencia ahora se siente con total libertad para excluir a Dios, los científicos de primera fila parecen conmocionarse cuando alguien intenta prescindir de su teoría evolutiva. Cuando el Departamento de Educación del Estado de Kansas decidió eliminar la evolución y la cosmología del plan de estudios de ciencias, un editorial en *Science*, la revista científica más importante de los Estados Unidos, calificó la decisión de «atrocidad» y «chaladura». <sup>10</sup>

El notable genetista de la Universidad de Columbia Theodosius Dobzhansky, uno de los principales arquitectos de la moderna síntesis evolutiva (Tabla 4.1), declaró que «nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución». <sup>11</sup> Tan extremos pronunciamientos pueden implicar que todos los estudios biológicos actuales que no incluyan la evolución, como la determinación de la velocidad a la que viaja por un nervio un impulso nervioso, ¡carecen, según parece, de sentido! Además, las meticulosas labores de Antony van Leeuwenhoek cuando describió los microbios, y de William Harvey, cuando descubrió la circulación de la sangre, en

9. Richard Lewontin, “Billions and billions of demons” [Miles de millones de demonios], *New York Review of Books* 44/1 (1997): 28-32.

10. R. B. Hanson y F. E. Bloom, “Fending off furtive strategists” [Esquivamiento de estrategos furtivos], *Science* 285 (1999): 1847.

11. Theodosius Dobzhansky, “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” [Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución], *The American Biology Teacher* 35 (1973): 125-129.

el siglo XVII, antes de la aceptación de la evolución, resultarían inservibles con tal restricción. El genetista Francisco Ayala, que fue presidente de la American Association for the Advancement of Science, expresó la misma tendencia exclusivista cuando comentó que «es preciso que la teoría de la evolución se enseñe en las escuelas, porque nada tiene sentido en biología sin ella».<sup>12</sup>

El título del libro *The Triumph of Evolution and the Failure of Creationism* [El triunfo de la evolución y el fracaso del creacionismo],<sup>13</sup> especialmente cuando la última mitad del mismo fue escrita al revés en la portada para recalcar el estado desesperado del creacionismo, refleja tal exclusivismo. Aunque tal actitud no es inusual en la conducta humana, no es útil en la erudición de altura. El autor del libro es Niles Eldredge, del American Museum of Natural History, quien es famoso por ser uno de los arquitectos del concepto evolutivo del equilibrio puntuado. El famoso cosmólogo ya fallecido Carl Sagan también afirmó la primacía de la ciencia por encima de todo lo demás en su libro *El mundo y sus demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad*.<sup>14</sup> En ocasiones, la humildad puede ser un bien escaso entre los científicos.

Los ejemplos que acabamos de dar ilustran una actitud científica elitista que tiende a aislar la ciencia de todos los demás campos de investigación. Algunos científicos se sienten tan seguros que, de hecho, no ven límite alguno a lo que la ciencia llegará a ser capaz de hacer.<sup>15</sup> Postulando una perspectiva mecanicista de la realidad y un conocimiento casi infinito, podemos alcanzar lo que se denomina el punto omega, en el que la vida llega a ser eterna y la resurrección de la vida pasada se convierte en realidad. La ciencia nos dará la inmortalidad.<sup>16</sup> La confianza en la superioridad de la ciencia es

---

12. Francisco J. Ayala, "Teaching science in the schools" [La enseñanza de la ciencia en las escuelas], *American Scientist* 92 (2004): 298.

13. N. Eldredge, *The triumph of evolution and the failure of creationism* (Nueva York: W. H. Freeman and Co., 2000).

14. Barcelona: Planeta, 1997.

15. J. D. Barrow y F. J. Tipler, *The anthropic cosmological principle* [El principio cosmológico antrópico] (Oxford: Oxford University Press, 1986), pp. 613-682.

16. F. J. Tipler, *La física de la inmortalidad: cosmología contemporánea, Dios y la resurrección de los muertos* (Madrid: Alianza, 1996).

tan grande que, en ocasiones, invade ámbitos que es incapaz de estudiar, y luego intenta dar respuestas científicas para preguntas que no puede responder. La sociobiología ofrece un ejemplo.

## **La sociobiología, ciencia descontrolada**

La sociobiología tiene como objetivo investigar la evolución del comportamiento social. Intenta responder preguntas de por qué los organismos se comportan de la forma en que lo hacen desde una perspectiva evolucionista y se adentra en las espinosas cuestiones de lo que influye en las acciones humanas. No debe confundirse la sociobiología con la sociología de la ciencia, aunque se solapen en parte. Aquella aborda las causas biológicas de las acciones de organismos de todo tipo, mientras que esta estudia el comportamiento de la comunidad científica.

Uno de los problemas que aborda la sociobiología es el siguiente: Si, como Darwin propuso, el avance evolutivo tiene lugar porque los más aptos sobreviven a expensas de los menos aptos, ¿cómo puede explicarse la evolución del comportamiento altruista, cuando los organismos están dispuestos a sacrificar su vida por el bien de los demás? Ello es suicidio, y carece de valor de supervivencia para el organismo. ¿Por qué iban tan siquiera a desarrollarse tales rasgos cuando el organismo no tiene la oportunidad de transmitirlos a la siguiente generación? Un ejemplo habitual es la abeja, que pica para proteger a los demás miembros de la colmena. Dado que se deja partes vitales de su cuerpo clavadas en su víctima, muere poco después. Los evolucionistas tienen varias explicaciones para tal conducta, entre las que algunas sugieren que toda la colmena evoluciona como si se tratase de un único organismo. Tales organismos tienen peculiaridades genéticas que podrían favorecer esto. Así, la propia colmena, no la abeja individual, tiene valor de supervivencia.

Más problemáticos son muchos ejemplos de conducta abnegada hasta el sacrificio entre las aves y los mamíferos. Las suricatas (Figura 7) son un tipo de mangosta muy sociable que lucha por la existencia en el desierto del Kalahari en África meridional. Viven en grupos que oscilan entre tres y treinta individuos, en túneles subterráneos, y



**Figura 7** *Suricatas*, llamadas también *suricatos*; tipo de mangosta cavadora.  
Por gentileza de Corel Professional Photo Library.

están entre los animales más cooperativos que se conoce. Un miembro del grupo cuida de los pequeños y los abraza mientras la madre biológica pasa largos periodos en busca de comida. Otros montan



guardia como centinelas en puestos de observación descubiertos, donde son perfectamente visibles para los predadores. Su servicio de guardia permite que otros miembros del grupo hagan su papel de ir en busca de alimento sin preocupaciones. Si el centinela avista un depredador, como un águila o una cobra, la suricata dará la voz de alarma, lo que conlleva mayor peligro para sí misma, al llamar la atención a su emplazamiento, pero, a la vez, ello advierte a las demás para que se pongan a salvo. Los centinelas arriesgan su vida por el bien de los demás. ¿Por qué iba tan siquiera a evolucionar tal comportamiento, dado que sería menos probable que los altruistas sobrevivieran? Y, en lo que respecta a los humanos, ¿por qué se precipita una madre a una casa en llamas, poniendo en juego su vida, para intentar salvar a sus hijos?<sup>17</sup> Tal comportamiento abnegado hasta el sacrificio no es lo que cabría esperar de un proceso evolutivo, en el que la meta es la supervivencia, no el altruismo. Muchos han considerado que el comportamiento altruista supone un grave desafío para la teoría evolutiva.

Algunos evolucionistas han propuesto lo que consideran que es una respuesta al rompecabezas: la selección de parentescos o *selección parental*. En la selección parental lo importante no es la conservación del organismo individual, sino la continuidad del tipo concreto de genes de cada cual. Al conservar a la parentela más cercana, se protege el propio tipo de genes, puesto que el pariente más cercano tiende a ser del mismo tipo. Los hermanos comparten los mismos padres, y los primos tienen los mismos abuelos, de modo que al salvar a parientes cercanos aumenta la posibilidad de mantener para la posteridad el conjunto de genes específicos del individuo. En otras palabras, si un animal diese su vida para conservar la vida de su pariente más próximo, ello puede mantener la existencia del tipo de genes que porta, aunque el propio animal muera. La matemá-

---

17. Para explicar tal comportamiento, algunos han propuesto el concepto de *altruismo recíproco*, en el que uno ayuda a individuos que atraviesan una crisis para que puedan ayudarlo cuando él pase por otra. El problema de la idea consistente en establecer gradualmente tal comportamiento grupal en una población es que no puede ser funcional hasta que ya esté establecido. Véase Edward O. Wilson, *Sociobiología: la nueva síntesis* (Barcelona: Omega, 1980), pp. 123, 124. En cierto modo, se trata de otro ejemplo de partes interdependientes que no pueden funcionar hasta que estén presentes todos los subsistemas esenciales.

tica del mecanismo de la herencia es de tal naturaleza que puede sugerirse que si se sacrifica la propia vida por salvar a tres hermanos y a nueve primos, es probable que se favorezca la supervivencia del propio patrón genético. Cuanto más estrecha sea la relación con aquellos a los que se salva, menos individuos es preciso salvar para conservar los genes del propio tipo. Muchos biólogos consideran que la selección parental es una explicación evolutiva del comportamiento altruista. La profunda implicación de todo esto es que un acto altruista no lo es en absoluto: es una respuesta egoísta para lograr que los genes de la propia parentela de cada cual se propaguen por medio de los parientes que sobrevivan. El concepto darwiniano de la supervivencia egoísta del más apto se convierte en la razón del comportamiento altruista.

La teoría de la selección parental llegó a oídos de Edward O. Wilson, famoso entomólogo de la Universidad de Harvard. Amplió el concepto y, en 1975, lo presentó junto con ideas afines en un libro que provocó una de las reacciones más virulentas contra un libro jamás presenciada. El volumen, grueso en exceso y titulado *Sociobiología*,<sup>18</sup> presenta el comportamiento social de distintos animales, pero, sin duda, se trata de un manifiesto cuyo propósito es dar razones evolutivas para la conducta social humana. El primer capítulo, titulado “La moralidad del gen”, da a entender que nuestras emociones, como el amor, el odio, el temor y la culpa, surgieron por selección natural. El último capítulo, “El ser humano: De la sociobiología a la sociología”, se adentra con claridad en el campo del comportamiento humano. Hace hincapié en que los genes lo controlan todo.

Al año siguiente Richard Dawkins promovió ideas en parte similares en su famoso libro *El gen egoísta*.<sup>19</sup> Si parece que un organismo se comporta de manera altruista, podemos dar por seguro, afirma Dawkins, que su motivación es fundamentalmente egoísta. Los organismos están en gran medida bajo el control de los genes,

---

18. Wilson, *op. cit.* [Véase la nota 17.]

19. La primera edición en inglés (*The selfish gene*) apareció en 1976. La segunda y la tercera aparecieron en 1989 y 2006. En español, puede consultarse Richard Dawkins, *El gen egoísta* (Barcelona: Salvat, 2000).

y el principio de la supervivencia del más apto promueve su propia supervivencia egoísta en detrimento de otros genes distintos.<sup>20</sup> En 1978 Wilson reapareció con el libro *Sobre la naturaleza humana*, ampliación del especialmente controvertido capítulo final de su *Sociobiología*. Aquí afirmaba que los actos altruistas a favor incluso de naciones no son consecuencia de un acto amable, sino de la supervivencia darwiniana del más apto. Además, se aventura en el delicado terreno de la religión: «Cuando se examinan con más cuidado las formas superiores de la práctica religiosa, se puede observar que confieren ventaja biológica».<sup>21</sup> La religión no es algo que elijamos por su valor o por su verdad: somos religiosos por la ventaja evolutiva de supervivencia que proporciona.

Todo esto era más de lo que podía soportarse.<sup>22</sup> Desde el momento en que se publicó la *Sociobiología* de Wilson en inglés, las reacciones mordaces produjeron una guerra generalizada a base de palabras en la que los protagonistas eran las personalidades y los libros y en la que se manifestaba un raro sentido del humor. La oposición provenía de ámbitos inesperados, incluidos algunas esferas intelectuales formidables. La batalla no se limitaba únicamente a la naturaleza de la humanidad. Desencadenó muchos conflictos sorprendentes. Los críticos declaraban que la sociobiología era falsa, maligna, fascista y anticientífica. Algunos sociólogos veían en ella una invasión de su campo por las ciencias biológicas. Una de las grandes inquietudes era el temor de que la sociobiología restableciese el darwinismo social, según el cual la sociedad permitiría que

---

20. Para una evaluación del punto de vista de Dawkins, véase A. McGrath, *Dawkins' God: Genes, memes, and the meaning of life* [El Dios de Dawkins: Genes, memes y el sentido de la vida] (Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing, 2005).

21. Edward O. Wilson, *Sobre la naturaleza humana* (México: Fondo de Cultura Económica, 1997), p. 263.

22. Tres buenas referencias para entender el conflicto son: A. Brown, *The Darwin wars: The scientific battle for the soul of man* [Las guerras de Darwin: La batalla científica por el alma del hombre] (Londres: Touchstone, 1999); M. Ruse, *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001), pp. 203-230; U. Segerstråle, *Defenders of the truth: The battle for science in the sociobiology debate and beyond* [Defensores de la verdad: La batalla por la ciencia en el debate de la sociobiología y más allá] (Oxford: Oxford University Press, 2000). Esta última referencia es exhaustiva.

sobrevivieran los humanos superiores a expensas de los inferiores limitando la reproducción de estos (eugenesia). A diferencia de la actitud hoy imperante de que todos los seres humanos deben recibir igual trato, la sociobiología alentaría un regreso a la creencia en la superioridad de ciertas clases basándose en la presencia de mejores genes. Esto entronca con el conflicto entre lo innato y lo adquirido o, en una palabra, en si la naturaleza (los genes) o lo que hemos asimilado (el entorno) determinan quiénes somos.<sup>23</sup> La distinción de clases era aceptable en la Inglaterra victoriana de Darwin, y alcanzó niveles espantosos de inhumanidad durante la Segunda Guerra Mundial, cuando los nazis usaron sus cámaras de gas para eliminar millones de seres humanos a los que etiquetaron de inferiores. Medio siglo después, el Holocausto sigue demasiado presente en la mente de la gente para permitir que se acepte de forma generalizada la superioridad genética.

Alrededor de la Universidad de Harvard, los activistas, muchos de los cuales pertenecían al cuerpo docente, empezaron a distribuir octavillas, a celebrar reuniones y a publicar artículos contra la sociobiología. Wilson, quien, hasta cierto punto, había sido malinterpretado, fue identificado como un ideólogo que abogaba por una raza superior. El conflicto se extendió a los medios de comunicación, y llegó a aparecer en la portada de *Time*. La American Association for the Advancement of Science celebró un simposio en Washington, D.C., para hablar de sociobiología. Cuando Wilson se preparaba para presentar su ponencia, una decena de activistas se apoderó del micrófono y lo acusó de racismo y genocidio. Uno de ellos le echó un cubo de agua helada en la cabeza y declaró: «¡Wilson, te has meado!»<sup>24</sup> La ponencia siguió según lo previsto, pero no tuvo el interés de su hostil preludeo.

Entre las principales lumbreras del conflicto de la sociobiología figura Stephen J. Gould, autor prolífico, quien hasta el momento de su muerte fue el promotor de la evolución más conocido de los Estados Unidos. Se oponía frontalmente a la sociobiología. Con él

---

23. Analizado en el capítulo 6.

24. Segerstråle, *op. cit.*, p. 23 [véase la nota 22]; Edward O. Wilson, *El naturalista* (Madrid: Debate, 1995), pp. 341-343.

estaba Richard Lewontin, genetista de poblaciones, a quien aludimos antes. Ocurría que ambos personajes trabajaban en el mismo edificio del campus de Harvard que Wilson, y ambos tienen afinidades judías y marxistas que deberían haber tendido hacia un trato igualitario de los seres humanos. Algunos expertos sugieren que tales antecedentes pueden haber influido en su rechazo de la sociobiología. Gould y Lewontin, con muchos otros, se oponen frontalmente a lo que consideran respuestas simplistas que la sociobiología intenta dar para el complicado comportamiento humano. Por otra parte, el ya fallecido John Maynard Smith, de la Universidad de Sussex, Inglaterra, especializado en biología teórica, y Richard Dawkins, en Oxford, han dado un apoyo significativo a la sociobiología.

Las actitudes hacia la religión entre los implicados en el conflicto varían mucho. Dawkins se opone a ella de forma activa; Gould<sup>25</sup> y Maynard Smith tienden a separar la religión de la ciencia; por su parte, Wilson, en ocasiones, ha afirmado ser deísta. Deísta es aquella persona que cree en algún tipo de Dios que permite que el universo funcione solo. Ninguno de estos especialistas ha vacilado a la hora de criticar muchas cosas, incluidos los demás. Maynard Smith, quien apoya decididamente el darwinismo, y que no es favorable a la desviación de Gould con respecto a la perspectiva tradicional de la evolución, comenta que «los biólogos evolucionistas con quienes he debatido su obra [de Gould] tienden a ver en él un hombre cuyas ideas son tan confusas que apenas merece la pena molestarse con él, si bien no debe criticársele públicamente porque al menos está de nuestra parte contra los creacionistas».<sup>26</sup> Gould refleja rencores similares, tildando a Maynard Smith y Dawkins de «fundamentalistas darwinianos».<sup>27</sup> A pesar de las disputas científicas internas, los evolucionistas tienden a formar una piña cuando afrontan el espectro del creacionismo.

---

25. Stephen J. Gould, *Rocks of ages: Science and religion in the fullness of life* [Rocas de la eternidad: Ciencia y religión en la plenitud de la vida] (Nueva York: Ballantine Books, 2002). La evidencia sugiere que Gould puede no siempre haber sido tan comprensivo con la religión como se refleja en esa obra.

26. John Maynard Smith, "Genes, memes, and minds" [Genes, memes y mentes], *New York Review of Books* 42/19 (1995): 46-48.

27. Según cita Ruse, *op. cit.*, pp. 231, 232. [Véase la nota 22.]

En la enconada batalla de la sociobiología, Wilson se sintió traicionado por sus colegas y se preguntó por qué Lewontin, cuyo despacho estaba en el mismo edificio, no le expresó sus inquietudes en privado en vez de criticarlo en los medios de comunicación.<sup>28</sup> Podemos al menos alabar a Wilson por aludir a un comportamiento comparable con el principio bíblico de empezar acudiendo al hermano que yerra antes de hacer otra cosa.<sup>29</sup> Sin embargo, su bíblica alusión hace que cuestionemos su lealtad al principio evolutivo de la competencia y la supervivencia del más apto, al igual que su disposición a afrontar las consecuencias del adusto sistema darwiniano que propugna.

Una de las críticas a la sociobiología introducidas por Lewontin era que la investigación ha demostrado que los cambios en la frecuencia de los genes en los grupos humanos ha sido sumamente lenta, mientras que las transformaciones sociológicas a lo largo de la historia pueden ser muy rápidas; por ello, los cambios genéticos no podían ser responsables de la sociología humana. Charles Lumsden y Wilson abordaron este y otros problemas en otro libro, titulado *Genes, mente y cultura*.<sup>30</sup> Una solución matemática propuesta en el libro no contó con respaldo. Tras prolongado estudio, ni siquiera Maynard Smith —quien apoyaba la sociobiología— pudo patrocinar los modelos dados.<sup>31</sup>

Un problema fundamental de la sociobiología es su pretensión de responder gran variedad de cuestiones basándose en datos sumamente limitados. Lewontin expresa sus inquietudes en una entrevista: «Si he de sentarme a escribir una teoría de cómo toda la cultura humana se explica con la biología, tengo mucho trabajo epistemológico preliminar que hacer, o, mejor dicho, una cantidad

28. Segerstråle, *op. cit.*, pp. 29, 30 [véase la nota 22]; M. Shermer, “The evolution wars” [Las guerras de la evolución], *Skeptic* 8/4 (2001): 67-74; Wilson, *El naturalista*, p. 346 [véase la nota 24].

29. Mateo 18: 15-17.

30. C. J. Lumsden y Edward O. Wilson, *Genes, mind, and culture: The coevolutionary process* [Genes, mente y cultura: El proceso coevolutivo], (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1981).

31. John Maynard Smith y N. Warren, “Models of cultural and genetic change” [Modelos de cambio cultural y genético], *Evolution* 36 (1982): 620-627; Segerstråle, *op. cit.*, pp. 162-164 [véase la nota 22].

enorme [...]. Estos tipos simplemente se han lanzado de cabeza en un tipo de explicación biológica del mundo ingenua y vulgar, y la consecuencia es un fracaso. Es un fracaso como sistema explicativo, porque no han hecho sus deberes. [...] ¡Es chabacano!»<sup>32</sup> El filósofo Michael Ruse, de la Universidad Estatal de Florida, expresa inquietudes similares en cuanto a la labor de los arquitectos de la sociobiología: «Se tiraron, en efecto, con demasiada antelación con respecto a la evidencia que presentaban, y luego se felicitan por un duro trabajo empírico bien hecho. Y están decididos a que una pequeña evidencia contraria se interponga en su camino. Para ser francos, estaban decididos a no permitir que una cantidad enorme de evidencia contraria se interpusiera en su camino».<sup>33</sup> Ruse señala también que los críticos han sido inusitadamente severos.

El filósofo de la ciencia Philip Kitcher, de la Universidad de Columbia, plantea problemas adicionales de la sociobiología cuando observa que «las ambiciosas reivindicaciones que han atraído tanto interés público descansan en un análisis de pacotilla y una argumentación endeble» y que «los sociobiólogos parecen rebajarse a la especulación desenfadada precisamente donde deberían ser más cautos». Además, compara específicamente la sociobiología de Wilson con una escalera que «se descoyunta en cada peldaño».<sup>34</sup> Tres décadas después, en un cambio de parecer que ha dejado perplejos a los sociobiólogos del mundo entero, Wilson, considerado “padre” de la sociobiología, ha repudiado la selección parental como explicación del altruismo, al menos entre insectos sociales como las abejas.<sup>35</sup> Ahora es partidario de un modelo de flexibilidad genética preliminar y la llegada del altruismo en un único salto. Como cabía esperar, Dawkins y otros discrepan de este cambio tan importante de postura.

---

32. Entrevista reseñada en Segerstråle, *op. cit.*, pp. 165, 166. [Véase la nota 22.]

33. Ruse, *op. cit.*, p. 224. [Véase la nota 22.]

34. P. Kitcher, *Vaulting ambition: Sociobiology and the quest for human nature* [Ambición apabullante: La sociobiología y la búsqueda de la naturaleza humana] (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1985), pp. ix, 9, 333.

35. Edward O. Wilson, “One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life” [Un salto de gigante: Cómo llegaron al altruismo y la vida en colonias los insectos], *Bio-Science* 58/1 (2008): 17-25.

Lo que nos interesa especialmente es que el debate de la sociobiología ilustra lo que ocurre cuando una actitud científica exclusivista y a veces elitista intenta aplicar la ciencia a todo, adentrándose con total libertad en áreas en las que la ciencia no ha aportado evidencia significativa ni respuestas válidas. En ellas, la ciencia puede ser un rotundo fracaso.

A pesar de su débil apoyo científico, la sociobiología no está muerta del todo. Libros como *The Triumph of Sociobiology*<sup>36</sup> intentan rescatar el concepto, pero los críticos calificaron el volumen de ser «un análisis decepcionantemente superficial» que «usa la trasnochada táctica de descalificar a los críticos con los términos más desmesurados».<sup>37</sup> La sociobiología ha hecho algunas mejoras a lo largo de los años al abordar algunas críticas, y sigue siendo popular entre algunos biólogos, pero está muy lejos de poder verificar la mayoría de sus reivindicaciones, y muchas parecen un error indudable. Por ejemplo, considere el lector uno de los iconos fascinantes de la sociobiología: las suricatas que mencionamos antes. Viven en grupos que habitualmente incluyen visitantes o “inmigrantes” sin relación genética con la familia dominante del grupo. Las suricatas sin parentesco también actúan de centinelas para el grupo y cuidan de los pequeños. Dado que no tienen parentesco, su comportamiento altruista no puede ser consecuencia del principio de selección parental de la sociobiología.<sup>38</sup> Tales datos desafían la explicación que la evolución da del altruismo en estos tipos de organismos en el sentido de que es una forma de proteger el tipo de genes de cada cual.

Las batallas han amainado, y un nuevo concepto similar denominado *psicología evolutiva* ha sustituido la sociobiología tradicional

36. J. Alcock, *The triumph of sociobiology* [El triunfo de la sociobiología] (Oxford: Oxford University Press, 2001).

37. J. Beckwith, “Triumphalism in science” [El triunfalismo en la ciencia], *American Scientist* 89 (2001): 471, 472.

38. P. A. Bednekoff, “Mutualism among safe, selfish sentinels: A dynamic game” [Mutualismo entre centinelas seguros y egoístas: Juego dinámico], *The American Naturalist* 150 (1997): 373-392; T. H. Clutton-Brock et al., “Effects of helpers on juvenile development and survival in meerkats” [Efectos de los ayudantes sobre el desarrollo juvenil y la supervivencia entre las suricatas], *Science* 293 (2001): 2446-2449; T. H. Clutton-Brock et al., “Selfish sentinels in cooperative mammals” [Centinelas egoístas en los mamíferos cooperativos], *Science* 284 (1999): 1640-1644.



como forma de estudio de la humanidad. Aunque la psicología evolutiva sigue haciendo hincapié en que los genes son responsables de casi todo, incluida la religión,<sup>39</sup> al menos se centra más en lo que hace que la mente funcione como funciona. Una cantidad significativa de libros nuevos promueve la idea.<sup>40</sup> Entre ellos figura *The Moral Animal* [El animal moral], de Robert Wright, cuya inclusión durante dos años en la lista de superventas del *Times* de Nueva York dice algo de la popularidad de la psicología evolutiva. Wright habla de los humanos como «una especie con consciencia, compasión e incluso amor, basados todos, en último término, en el propio interés genético».<sup>41</sup> Aparecen puntos de vista contrarios, que hacen hincapié en las limitaciones, en libros como *Alas, Poor Darwin: Arguments Against Evolutionary Psychology* [Ay, pobre Darwin: Argumentos contra la psicología evolutiva],<sup>42</sup> editado por la socióloga de la ciencia Hilary Rose y por el neurobiólogo Steven Rose. Su libro incluye un capítulo escrito por Stephen J. Gould, quien plantea cuestiones al darwinismo tradicional y a su incapacidad para explicar los cambios culturales. Aunque Gould respaldó la evolución con agresividad, no dio su apoyo al simple escenario tradicional.

## ¿Tenemos la capacidad de elegir?

Todos somos conscientes de que podemos escoger dar dinero al Ejército de Salvación, pintar una casa de morado, robar un coche o pegar una patada a un perro moribundo. Podemos decidir hacer cosas así porque tenemos libre albedrío. La mayoría de los seres humanos creemos que tenemos la capacidad de tomar decisiones, aunque

39. Para dos tentativas recientes, aunque insignificantes, véanse D. H. Hamer, *El gen de Dios: la investigación de uno de los más prestigiosos genetistas mundiales acerca de cómo la fe está determinada por nuestra biología* (Madrid: La Esfera de los Libros, 2006); A. Newberg, E. G. d'Aquili y V. Rause, *Why God won't go away: Brain science and the biology of belief* [Por qué Dios se resiste a irse: La ciencia cognitiva y la biología de la creencia] (Nueva York: Ballantine Books, 2002).

40. Por ejemplo, E. M. Gander, *On our minds: How evolutionary psychology is reshaping the nature-versus-nurture debate* [En nuestra mente: Cómo la psicología evolutiva está reorganizando el debate entre lo innato y lo adquirido] (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2003).

41. R. Wright, *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life* [El animal moral: Psicología evolutiva y la vida cotidiana], (Nueva York: Vintage Books, 1994), p. 378.

42. Hilary Rose y S. Rose, eds., *Alas, poor Darwin: Arguments against evolutionary psychology* (Nueva York: Harmony Books, 2000).

algunos, llamados deterministas, creen que no.<sup>43</sup> Rechazan la idea de que exista algo que podamos llamar libre albedrío. Antes bien, nuestras acciones son resultado por entero de factores puramente mecánicos, como nuestros genes o nuestro entorno. Esto nos mete en el candente conflicto que subyace al debate sobre la sociobiología y la psicología evolutiva. ¿Somos meras máquinas controladas por nuestros genes y nuestro entorno y, por ende, irresponsables de nuestros actos, o tenemos la capacidad de elegir (por ejemplo, entre el bien y el mal) y, por ende, somos responsables de nuestras acciones? Sin libre albedrío, no puede haber responsabilidad ni culpa. Relacionadas con esto están las cuestiones de si existen de verdad valores morales absolutos, el bien y el mal, etcétera.

Los tribunales de justicia del mundo entero básicamente dan por sentado el libre albedrío y tienen a las personas responsables de sus acciones. Si alguien decide delinquir, se supone que dará con sus huesos en la cárcel. Sin embargo, ¿no es posible que los genes controlen nuestras actividades? La psicología evolutiva, que se está convirtiendo en un componente significativo de los recientes debates conductistas, sugeriría que sí. Me comporto de cierta manera porque está en mis genes. El colmo de tal forma de pensar apareció recientemente en el libro *A Natural History of Rape: Biological Bases of Sexual Coercion* [Historia natural de la violación: Bases biológicas de la coacción sexual].<sup>44</sup> Según los autores, la violación es una adaptación evolutiva que permite que los varones que no han tenido éxito en el matrimonio propaguen sus genes. Apoyan su argumentación usando ejemplos de lo que consideran que son actos sexuales forzados entre animales. Ese argumento parece muy forzado, pero demuestra cómo, al procurar explicarlo todo en el marco de un naturalismo exclusivo, hay que recurrir a analogías un tanto imprecisas. También ilustra un paulatino crescendo de excusas para conductas aberrantes que parece haber calado en la sociedad durante las últimas décadas.

---

43. D. M. Wegner, *The illusion of conscious will* [La ilusión de la voluntad consciente], (Cambridge: Bradford Books, 2002).

44. R. Thornhill y C. T. Palmer, *A natural history of rape: Biological bases of sexual coercion* (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000).

Los investigadores aluden a veces al gen divino o gen espiritual. Hay quienes lo usan para inferir que las omnipresentes tendencias religiosas de la humanidad están controladas por los genes. Sin embargo, el hecho de que algunos científicos y otras personas cambien su punto de vista, pasando de creer en Dios al ateísmo y viceversa mientras sus genes permanecen inalterados sugiere que la causa de la espiritualidad, en lo fundamental, no está controlada por los genes. Tenemos libre albedrío.

Puede argüirse que los genes son responsables de ciertos patrones de comportamiento, y así ocurre en ocasiones. Por ejemplo, parece que el alcoholismo tiene un componente genético, pero ello no significa que porque alguien tenga tendencias alcohólicas no tenga más opción que convertirse en alcohólico. Hay millones de miembros de Alcohólicos Anónimos que han dejado esa adicción y que dan testimonio de que no es así: han tomado una decisión y han usado su fuerza de voluntad para librarse de su adicción. Otras anomalías hereditarias más lamentables también limitan la fuerza de voluntad, pero son excepciones. Nuestro interés aquí se centra en los seres humanos normales y en cómo deciden usar su voluntad.

Nuestra libertad de elección no es lo único atacado por la supuesta pujanza de los genes. Según sugiere la sociobiología, nuestros sentimientos de amor y preocupación por los demás no son tal cosa en absoluto. Son meras motivaciones egoístas que únicamente parecen altruistas desde una perspectiva sentimental. Todas nuestras acciones son, sencillamente, la influencia de esos genes egoístas. La conclusión es que no somos realmente buenos o generosos ni estamos preocupados por los demás: somos, sencillamente, egoístas. El filósofo Michael Ghiselin, de la California Academy of Sciences [Academia Californiana de las Ciencias], nos da un ejemplo de lo convincentes que puede ser tal planteamiento cuando comenta: «Ninguna insinuación de caridad genuina mejora nuestra visión de la sociedad una vez que se prescinde del sentimentalismo. Resulta que lo que pasa por cooperación es una mezcla de oportunismo y explotación. Los impulsos que llevan

a un animal a sacrificarse por otro resultan tener su explicación última en lograr una ventaja con respecto a un tercero; y los actos “por el bien” de una sociedad resulta que se realizan en detrimento de las demás. Cuando sea para su propio interés, cabe esperar con toda la razón que ayude a sus semejantes. Cuando no tenga más alternativa, se somete al yugo de la servidumbre comunal. No obstante, ante la ocasión de que actúe en interés propio, nada sino la conveniencia lo apartará de maltratar, mutilar o asesinar a su hermano, su compañero, a su progenitor o a su hijo. Rasgúñese a un “altruista” y observemos a un “hipócrita” desangrarse». <sup>45</sup> ¿Somos simplemente víctimas impotentes de las circunstancias? ¿No podemos, con nobleza de carácter y decisiones firmes, alzarnos por encima del mal y ser buenos?

Los evolucionistas usan varias explicaciones para explicar la presencia del libre albedrío. Wilson y Dawkins reconocen su existencia, pero lo explican como algo programado por los genes que en ocasiones puede superar el poder y los dictados de los mismos. Como cabía esperar, tan embrollada argumentación ha recibido muchas críticas. ¿Pueden obtenerse simultáneamente resultados determinados e indeterminados a partir de genes determinantes? ¿Por qué intentar combinar esferas tan diferenciadas como la genética y el libre albedrío? ¿Puede el libre albedrío ser libre de verdad si está determinado por la genética? Algunos evolucionistas niegan simplemente la existencia del libre albedrío. William Provine, historiador de la biología en la Universidad Cornell, afirma sin más que «el libre albedrío es la idea más destructiva jamás inventada». <sup>46</sup> Sin embargo, casi todos los humanos creemos que las personas normales tienen capacidad de elegir y, por ende, que somos responsables de nuestras acciones.

La cuestión de la existencia del libre albedrío es un asunto fundamental que influye tremendamente en nuestra cosmovisión. ¿Somos, simplemente, entidades mecánicas insignificantes en las que

---

45. M. T. Ghiselin, *The economy of nature and the evolution of sex* [La economía de la naturaleza y la evolución del sexo] (Los Ángeles: University of California Press, 1974), p. 247.

46. William B. Provine, en una conferencia a la que asistí el 5 de abril de 2001 en el campus de Riverside de la Universidad de California.

la psicología evolutiva legitima comportamientos aberrantes de todo tipo? ¿O, por el contrario, verdaderamente tenemos libre albedrío y somos responsables de nuestras acciones? La vida da la sensación de que esta segunda opción es la verdadera. A ello podemos añadir nuestro sentido normal innato del bien y el mal, de la rectitud moral y de la inmoralidad, de la justicia y la injusticia, y de la amabilidad y el egoísmo. Tales atributos, que la mayoría admiten haber experimentado, señalan en conjunto a una realidad que supera a una psicología evolutiva limitada por los genes, y alcanza más allá de las interpretaciones científicas ordinarias. *La realidad parece superar en mucho a lo que permite una interpretación científica materialista (mecanicista, naturalista) restringida.* Además, suscita la importante cuestión de si existe un Dios que creara todas estas percepciones que dan significado y propósito a la existencia, al igual que cualquier responsabilidad que pudiéramos tener ante tal Ser. El grado de responsabilidad puede depender del tipo de deidad que uno postule. *En un contexto bíblico, la respuesta cristiana a un Dios benefactor y perdonador no está llena de cargas.*

Es cierto que algunos científicos como Gould y el famoso autor científico Aldous Huxley, quienes han optado por un universo carente de significado, hablan de la «máxima libertad» y la «liberación» a las que lleva tal conclusión.<sup>47</sup> Sin embargo, resulta de interés que la mayoría de los científicos que no creen en Dios, en el libre albedrío ni en otras características especiales de la mente, no se comportan como simples animales, asegurándose de que sus genes se transmitan a tantos descendientes como sea posible. Tales científicos son casi siempre justos y honestos, y tienen un sentido de los valores morales. Son seres humanos decentes y, como tales, dan testimonio del hecho de que la realidad tiene aspectos que van más allá de las simples explicaciones científicas materialistas. *Nuestra capacidad de elección y nuestro sentido de valores morales son una poderosa evidencia de una realidad que está por encima de lo que la ciencia puede explicar.* Como resultado de tales atributos,

47. Stephen J. Gould, *La vida maravillosa: Burgess Shale y la naturaleza de la vida* (Barcelona: Crítica, 2006), p. 323; Aldous Huxley, *Ends and means* [Fines y medios] (Nueva York: Harper and Brothers, 1937), p. 316.

nuestra existencia tiene significado, y ese significado se extiende mucho más allá del ámbito de los genes.

## **Una actuación secundaria reciente: Las guerras de la ciencia**

«Se ha vuelto cada vez más evidente que la “realidad” física, por no hablar de la “realidad” social, es en el fondo un concepto social y lingüístico; que el “conocimiento” científico, lejos de ser objetivo, refleja y codifica las ideologías dominantes y las relaciones de poder de la cultura que lo produjo; que las reivindicaciones que hace la ciencia sobre la verdad están inherentemente cargadas de teorías y que son autorreferentes». <sup>48</sup> La cita precedente suena realmente impresionante, y es favorable a una interpretación cultural de la ciencia, pero su autor no la escribió por eso en absoluto. Se escribió como señuelo para que los sociólogos publicaran algo de lo que no sabían gran cosa, ¡y funcionó! La cita proviene de la pluma de Alan Sokal, físico teórico de la Universidad de Nueva York, que preparó un impresionante artículo con el erudito título “Transgressing the boundaries: Toward a transformative hermeneutics of quantum gravity” [Sobrepasar los límites: Hacia una hermenéutica transformativa de la gravedad cuántica]. El artículo tiene un tono conciliador y está muy documentado y adornado con muchas citas de ideólogos de primera fila. También incluye varios errores que serían obvios a los especialistas en el campo de la física. Sokal se hizo pasar por un izquierdista del campo de la política y de la cultura ante los editores de *Social Text*, revista puntera de estudios culturales. Pidió que publicaran el artículo, y lo hicieron. A la vez, en una revista distinta, *Lingua Franca*, denunció que el artículo era un engaño que se proponía demostrar cómo el posicionamiento político de cada cual determina qué se publica, con independencia de su exactitud. Los editores de *Social Text*, que deberían haber hecho que se verificasen posibles errores científicos en el artículo, se sintieron engañados

---

48. Alan D. Sokal, “Transgressing the boundaries: Toward a transformative hermeneutics of quantum gravity” [Sobrepasar los límites: Hacia una hermenéutica transformativa de la gravedad cuántica], *Social Text* 46/47; 14/1, 2 (1996): 217-252.

por Sokal. La historia del engaño apareció en la portada del *Times* de Nueva York, y los medios de comunicación hicieron su agosto censurando los empeños eruditos. Pero no era ese en absoluto el propósito que Sokal se había trazado en un primer momento.<sup>49</sup>

Su motivación fue lo que ha dado en llamarse las “guerras de la ciencia”. Se trata de la continuación de una batalla secular entre los “dos culturas”, es decir, entre las humanidades —que se dedican a estudios culturales—, por una parte, y la ciencia —preocupada por el estudio de la naturaleza—, por otra. En la pasada década las guerras de la ciencia han sido una conflagración entre el posmodernismo extremo junto con el constructivismo social, por una parte, y la ciencia, por otra. La ciencia hace hincapié en los hechos y la razón. El movimiento posmodernista niega el conocimiento objetivo y propugna la ausencia de valores universales normativos. El constructivismo sugiere que las conclusiones de la ciencia, al igual que de otros estudios humanos, están determinadas socialmente y que, por lo tanto, la ciencia no es mejor que los estudios de humanidades. Muchos consideran que incluso las matemáticas y la lógica son conceptos sociales. La ciencia es simplemente uno de entre muchos sistemas de creencias. Los propios “hechos” científicos son meros conceptos sociales de los científicos. Este novedoso enfoque de la ciencia ha abierto todo un nuevo campo de investigación para los constructivistas, y a fe que han aprovechado la ocasión. El punto de vista que Kuhn<sup>50</sup> tiene de la ciencia como la persecución de paradigmas que cambian de vez en cuando ha contribuido a socavar el punto de vista de que la ciencia sea un camino seguro y perfectamente razonado que lleve a la verdad. Los constructivistas han etiquetado la ciencia como un mero juego de poder político. Por desgracia, la ciencia ha sido a menudo su peor enemiga. Con

---

49. Para detalles de este curioso incidente, véanse: Editores de *Lingua Franca*, *The Sokal hoax: The sham that shook the academy* [El engaño de Sokal: La farsa que sacudió el mundo académico] (Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Press, 2000); U. Segerstråle, “Science and science studies: Enemies or allies?” [La ciencia y los estudios científicos: ¿Enemigos o aliados?], en U. Segerstråle, ed. *Beyond the science wars: The missing discourse about science and society* [Más allá de las guerras de la ciencia: El discurso ausente sobre la ciencia y la sociedad] (Albany, Nueva York: State University of New York Press, 2000), pp. 1-40.

50. Abordado en el capítulo 6.

demasiada frecuencia, el exclusivismo y la arrogancia han contribuido a alimentar el fuego del conflicto.

A algunos científicos les desagradó ver a personas ajenas a su círculo evaluando su tarea y empañando la percepción inmaculada de la ciencia tan querida para ellos. Otros se preocuparon por la pérdida de la objetividad en la sociedad en su conjunto si la ciencia quedaba relegada simplemente a un conjunto de opiniones ordinarias. Libros y conferencias obra de científicos empezaron a abordar el asunto. Ha ejercido gran influencia en el conflicto un libro, publicado en 1994, titulado *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels With Science* [Superstición superior: La izquierda académica y sus luchas con la ciencia].<sup>51</sup> La “izquierda académica” que aparece en el título se refiere a los constructivistas y los posmodernistas que han venido atacando a la ciencia. Escrito por un biólogo, Paul R. Gross, y un matemático, Norman Levitt, presenta una polémica devastadora para una parte significativa de la argumentación que se viene usando contra la ciencia, y habla de la «peculiar amalgama de ignorancia y hostilidad»<sup>52</sup> de los críticos de la ciencia. Los autores dan gran cantidad de ejemplos de errores cometidos por quienes han venido criticando a la ciencia sin tan siquiera entenderla. Parte de la argumentación sigue el mismo tipo de lógica que los constructivistas y los posmodernistas han venido usando contra la ciencia, pero vuelta contra ellos. El engaño de Sokal, que ocurrió dos años después, es precisamente otro argumento que emplean los científicos para recalcar la superioridad de la ciencia. Por otra parte, los constructivistas señalan que el engaño fue un incidente aislado. Por tanto, la batalla sigue enconada.<sup>53</sup>

51. Paul R. Gross y N. Levitt, *Higher superstition: The academic left and its quarrels with science* (Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1994, 1998).

52. *Ibid.*, p. 34.

53. Para información adicional sobre esta lucha fascinante, véanse las cuatro referencias anteriores, así como J. R. Brown, *Who rules in science: An opinionated guide to the wars* [¿Quién rige la ciencia? Guía obstinada para las guerras] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2001); H. Collins y T. Pinch, *The golem at large: What you should know about technology* [El golem anda suelto: Lo que usted debería saber sobre la tecnología] (Cambridge: Cambridge University Press, 1998); ídem, *El golem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia* (Barcelona: Crítica, 1996); Paul R. Gross, N. Levitt y M. W. Lewis, eds. *The flight from science and reason* [La huida de la ciencia y la razón] (Nueva York: New York Academy of Sciences, 1996); N. Koertge, ed.,



Las guerras de la ciencia subrayan la profunda y persistente insatisfacción que tienen muchos con una ciencia elitista. También ilustran el estado lastimero y la arrogancia de parte de las escaramuzas intelectuales de la humanidad. Aunque la ciencia tiene puntos fuertes significativos y parece haber ganado este altercado reciente, no hay razón para pensar que se haya resuelto el conflicto entre ella y el resto de la cultura. Las razones del conflicto son complejas, pero parece evidente que la autosuficiencia y el exclusivismo de la ciencia no lograrán escapar de un ataque proveniente de varias perspectivas. Además, mientras la ciencia secular no pueda producir respuestas más satisfactorias a nuestras preguntas más profundas, como la naturaleza de nuestra consciencia y nuestra razón de existir, la ciencia exclusivista seguirá haciendo frente a ataques.

## Resumen

¿Adónde lleva todo esto? ¿Hay luz al final del túnel? En la actualidad la ciencia tiende a excluir las áreas de la realidad que no forman parte de su menú materialista. Muestra elitismo cuando se adentra en áreas como la sociobiología e intenta responder preguntas más allá de su área de especialización como si fueran ciencia. La ciencia secular atribuye factores del comportamiento humano como el altruismo y la religión a factores mecanicistas como los genes. Después, la izquierda académica entra en la refriega y acusa a la ciencia de ser meramente un concepto social. La imagen de conjunto es complicada, pero creo que han empezado a aflorar algunas conclusiones importantes. En todo esto tenemos algunos datos científicos fiables para guiar nuestro pensamiento.

El objetivo es encontrar lo que es verdad, o, en otras palabras, lo que es real o existente. El patrón posmoderno de pensamiento de algunos sociólogos, que sugiere que todo es relativo y que no hay absolutos, no es solución. Ese tipo de pensamiento lleva más hacia el escepticismo que hacia la verdad que buscamos. Además, resulta

---

*A house built on sand: Exposing postmodernist myths about science* [Una casa hecha en la arena: Desenmascaramiento de los mitos posmodernistas sobre la ciencia] (Oxford: Oxford University Press, 1998); Alan D. Sokal y J. Bricmont, *Imposturas intelectuales* (Barcelona: Paidós, 2008).

difícil tomarse en serio una premisa como el posmodernismo, que sugiere que nada es objetivamente cierto. Ello significaría que tampoco la premisa del posmodernismo es verdad objetiva.<sup>54</sup> *La mejor solución es extraer las mejores conclusiones de que seamos capaces basándonos en los mejores datos a nuestro alcance, y estar abiertos a todas las posibilidades y a revisiones cuando esté disponible nueva información.* Las diversas facciones podrían beneficiarse todas al reconocer que hay cosas valiosas más allá del campo particular de cada cual.

La ciencia ha sido exclusiva en exceso al evitar algunas áreas importantes de investigación mientras permitía que ciertos paradigmas dominantes determinaran lo que considera que es verdad. A veces esto ha metido a la ciencia en problemas, como ocurrió cuando ignoró las muertes causadas por los gérmenes de la fiebre puerperal o cuando negó la posibilidad de que se produjeran catástrofes físicas importantes.<sup>55</sup> Por otra lado, es preciso que tengamos presente que la ciencia tiene muchas cosas buenas. Cuando leo opiniones filosóficas, sociológicas, psicológicas y teológicas variadas, me suele defraudar la falta de datos y la abundancia de conjeturas. Es posible que mi forma de ver las cosas esté predeterminada por mi formación de científico, pero siempre me alegro cuando vuelvo a la ciencia, en la que se pueden encontrar algunos hechos claros y concretos de la naturaleza con los que empezar. Ello se da especialmente en las ciencias empíricas, como la física y la química, y en ellas encontramos algunas de las mayores pruebas de la existencia de Dios. La biología es más compleja, lo que hace más difícil llegar a conclusiones firmes. La psicología y la sociología son aún más difíciles, porque estos sistemas son sumamente complicados y difíciles de analizar. En ellas abordamos la mente humana, algo que no se entiende bien. Sin embargo, estos campos son todos dignos de investigación meticulosa y de respeto. En todas estas áreas hay cosas buenas y cosas malas, y es preciso que diferenciamos con claridad unas de otras.

---

54. Para una presentación de este enigma, véase P. Forman, "Truth and objectivity, part 1: irony; part 2: trust" [Verdad y objetividad, parte 1: ironía; parte 2: confianza], *Science* 269 (1995): 565-567, 707-710.

55. Véanse los capítulos 3 y 5.

La ciencia tiene varios problemas, uno de los cuales es que los científicos están demasiado centrados en su éxito. Algunos científicos no vacilan a la hora de mostrar el éxito que ha tenido. El problema se intensifica especialmente cuando los científicos pretenden que la ciencia lo puede explicar casi todo. Aunque parte de ello es un comportamiento humano normal, y todos deberíamos entenderlo así, no debemos olvidar, a pesar de todo, que no debemos interpretar el éxito de la ciencia en ciertas áreas como una superioridad universal ni como una licencia para el exclusivismo. La batalla de la sociobiología nos enseña que en algunos campos la ciencia, sencillamente, no puede hacer aportaciones aceptables. En consecuencia, es preciso que la ciencia aprenda a mostrar el debido respeto por las áreas de la realidad que están más allá del terreno que domina. Un ejemplo es el libre albedrío humano. La ciencia se basa en la causa y el efecto. El libre albedrío, algo que la mayoría coincidimos en que tenemos, no es causa y efecto. Si lo fuese, no sería libre. Por ello, el libre albedrío es un ejemplo de una de esas realidades que están más allá de la ciencia y que es preciso que la ciencia acate.

En conclusión, la ciencia no es tan mala como creen algunos sociólogos, ni es tan buena como muchos científicos dan por sentado. Por desgracia, la ciencia tiende a ser demasiado exclusiva y elitista. Con demasiada frecuencia, los científicos se imaginan que la ciencia es un castillo inexpugnable que se alza muy por encima de la llanura de la ignorancia. En realidad, es más como una casa importante entre otras casas, como la historia, el arte y la religión, cada una de las cuales tiene sus puntos fuertes y sus puntos débiles. En la búsqueda de la verdad, todas las cosas son importantes. El problema de la ciencia es que demasiados científicos de la casa de la ciencia han corrido las cortinas y ya son incapaces de ver la iglesia que está al lado mismo.

# 8

## *Visión de conjunto*

*El significado de la vida consiste en el hecho de que no tiene sentido decir que la vida carezca de significado.<sup>1</sup>*

Niels Bohr, físico

### **Lo bueno de la ciencia**

Dos jovencitas se enfrentaban a la tragedia de ser incapaces de hacer frente a los gérmenes que nos acechan a todos. Eran como el famoso “niño burbuja” que sobrevivió durante doce años encerrado en una “burbuja” de plástico. Muchos niños con esta anomalía no llegan a celebrar su primer cumpleaños. Tienen un gen defectuoso que afecta la función de los glóbulos blancos, encargados de combatir las infecciones. Afortunadamente para las dos jovencitas, las maravillas de la ingeniería genética acudieron a su rescate. Los investigadores extrajeron algunas de sus células, las alteraron genéticamente para dotarlas del gen debido y las reimplantaron en las niñas. Con el tiempo, las células se desarrollaron, aportando así

---

1. Según cita en L. A. Horvitz, *The quotable scientist: Words of wisdom from Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie, and more* [El científico citable: Palabras de sabiduría de Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie y otros] (Nueva York: McGraw-Hill, 2000), p. 151.

la resistencia que necesitaban. Los nuevos procedimientos incluyen la alteración de virus, dirigir transferencias de genes y reparar los genes usando los sistemas de verificación y corrección mencionados anteriormente que tienen las células.<sup>2</sup>

Mediante el empleo de la ingeniería genética, los científicos han sido capaces de alterar el ADN de varios organismos. Hay microbios modificados genéticamente que pueden producir vacunas; hormonas, como la insulina (que controla el metabolismo del azúcar); e interferón (que potencia la resistencia a infecciones víricas). Hemos podido desarrollar cerdos y ratones enormes, así como vacas que dan más leche. Los investigadores también han trabajado con plantas. El nuevo arroz dorado sintetiza a la precursora de la vitamina A, la fruta conserva su frescura más tiempo y las plantas de algodón cuentan ahora con una toxina sacada de un microbio que las hace resistentes al temido picudo del algodonero. Naturalmente, muchos temen que estos nuevos tipos de organismo puedan causar un desastre biológico universal mediante infecciones endémicas o una reproducción incontrolable. Es una profunda inquietud que no puede ser desoída fácilmente, e ilustra el poder potencial de la ciencia.

Cuando la historia registre los grandes logros del siglo XXI, incluirá, sin duda, la creación del mapa de más de tres mil millones de bases de ADN encontradas en la fórmula genética humana. Los investigadores han hallado unos treinta mil genes en los seres humanos, y los genes realizan funciones diferentes y de todo tipo. Por ejemplo, al menos ocho están asociados con nuestro reloj biológico, el cual regula nuestras hormonas, nuestra temperatura y nuestros patrones de sueño. La clonación de mamíferos es otro logro impresionante. No obstante, únicamente se clona el cuerpo físico de los organismos. Hasta ahora, la ciencia ha hecho poco en cuanto a la duplicación de nuestra misteriosa mente.

Los impresionantes logros de la ciencia no se limitan a la ingeniería genética. Basta mencionar términos como *ordenador*, *telescopio Hubble* o *vehículo robótico marciano* para percatarse de que la ciencia ha sido una de las empresas humanas de mayor éxito. No es preciso

---

2. Véase el capítulo 3.

que pasemos más tiempo con esto. En muchas áreas, la ciencia es eminentemente fructífera.

En los últimos dos capítulos anteriores hemos dado ejemplos de problemas de la ciencia, como el seguimiento de paradigmas cerrados y la constatación de su exclusivismo. Al contemplar la imagen de conjunto, también es preciso que tengamos presentes los buenos aspectos de la ciencia, como sus muchos descubrimientos fascinantes y útiles. Los éxitos de la ciencia son legendarios, y se hace difícil encontrar a alguien que no piense que, en su conjunto, la ciencia es algo bueno.

### **¿Dónde está Dios? ¿Por qué hay tanto sufrimiento?**

En una ocasión acudí a una numerosa convención de laicistas, durante la cual un ponente pidió que los concurrentes predispuestos a ello oraran a Dios para que los hiciera crecer quince centímetros durante la ponencia de veinte minutos que iba a presentar.<sup>3</sup> Naturalmente, no ocurrió. Se trataba de algo así como lo que ha dado en llamarse “Marque una oración” para ateos: ¡Se marca el número, pero nadie contesta! Los científicos laicistas suscitan con frecuencia dos preguntas respecto de Dios: ¿Dónde está? y ¿Cómo podría Dios, específicamente la deidad benefactora de la Biblia, permitir tanto sufrimiento en la naturaleza? Se trata de inquietudes reales y de gran calado pertinentes a la cuestión de Dios.

Aunque observamos mucha evidencia que apunta a un Diseñador inteligente divino, a veces, cuando planteamos estos asuntos, surgen preguntas como quién diseñó al Diseñador o qué hacía antes de que empezase a crear. Se dice que Agustín de Hipona tenía una respuesta para esta última pregunta. Antes de la creación, ¡Dios preparaba un infierno para la gente que formula preguntas de esa guisa! La pregunta de quién diseñó al Diseñador es más bien inválida, sencillamente porque si, en efecto, alguien diseñó al Diseñador, entonces el Diseñador no es realmente el diseñador de todo, y alguien tendría que diseñar al diseñador del diseñador; y así *ad infinitum*. La pregunta puede implicar que si no sabemos quién diseñó al Diseñador,

3. Ponencia de Gary Posner, 9 de noviembre de 2001, Center for Inquiry Convention, Atlanta.

o de dónde surgió Dios, nuestra información es fragmentaria y, en consecuencia, puede que no haya diseñador alguno en absoluto. Por otro lado, podemos preguntar de dónde salió el universo. En el contexto de la contemplación de conceptos como la relación entre tiempo y espacio, según se ilustra con las ideas de Einstein sobre la relatividad,<sup>4</sup> es posible que nuestras habituales preguntas en cuanto a la naturaleza y el momento de los comienzos absolutos carezcan en realidad de significado.

La pregunta de por qué hay algo en vez de que no haya nada es muy real. Ni la ciencia ni la teología han dado respuestas buenas a las preguntas sobre comienzos absolutos. Sin embargo, todos estamos seguros de que realmente existe algo. Nuestra ignorancia de por qué tan siquiera hay algo debería engendrar una sana dosis de humildad al considerar lo inadecuado de nuestro conocimiento.

Las preguntas que cuestionan de dónde surgieron Dios o el universo son reales, pero no coinciden en absoluto con las preguntas de si Dios o el universo existen. ¡Que no conozcamos los orígenes de Dios o del universo no significa que no existan! Estoy dispuesto a aceptar la existencia de muchas cosas, aunque no sepa cómo llegaron a la existencia. Si un cocodrilo enorme me persigue, estoy dispuesto a admitir su existencia mucho antes de que sepa nada sobre su historia pasada. Del mismo modo, en la naturaleza podemos ver evidencia de un Diseñador, aunque puede que no sepamos cómo, por qué o de dónde llegó a la existencia el Diseñador.

No sabemos dónde está Dios. Pese a esta seria deficiencia, quienes creemos que existe seguimos siendo la gran mayoría. Aunque es posible que la gente tenga definiciones diversas de Dios, una encuesta hecha por el grupo Gallup en 1996 indica que el 96% de los adultos en los Estados Unidos cree en Dios,<sup>5</sup> y la religión es un fenómeno casi universal a lo largo y ancho del mundo. En la duda sobre la existencia de Dios, debemos tener presente que la ausencia de evidencia no es lo mismo que la evidencia de ausencia. Aunque

---

4. Véase el capítulo 2.

5. Por ejemplo, M. Shermer, *How we believe: The search for God in an age of science* [Cómo creemos: La búsqueda de Dios en una era de ciencia] (Nueva York: W. H. Freeman and Co., 2000), p. 21.

puede que no veamos a Dios, hay muchas pruebas evidentes de que sí existe. No es preciso que lo veamos para creer en su realidad. Supongamos que en un claro en una selva tupida encuentro un jardín perfectamente cuidado y cuyo césped haya sido cortado con esmero, sin malas hierbas y con hileras de flores y plantas perfectamente alineadas. Aunque es posible que no llegue a dar con el jardinero, la evidencia es tan convincente que estoy seguro de que existe. Del mismo modo, si examino las vigas carbonizadas, el tejado quemado y los enseres derretidos de una casa, puedo estar seguro de que un incendio la devastó, aunque no observe llama alguna en ese momento. La evidencia puede ser tan convincente que deje poco lugar para la duda.

Legítimamente, podemos preguntar: Si hay un Dios, ¿por qué no se hace más visible? No tenemos mucha información al respecto, pero una sugerencia atractiva es que, en el contexto de una lucha entre el bien y el mal, se aísla para proteger nuestra libertad de elección. En caso contrario, podría poner en peligro nuestra libertad y violar su justicia si dominase en exceso, manipulando así las decisiones. A modo de analogía burda, si un padre se pasa el día sentado en la cocina para asegurarse de que sus hijos no meten la mano en el tarro de las galletas, los pequeños tendrán poca libertad de elección de comer galletas o dejar de hacerlo. Además, es posible que los niños no tengan ocasión de aprender integridad y practicar la fuerza de carácter al mantenerse apartados del tarro de las galletas sencillamente porque es lo que debe hacerse. Es posible que podamos aprender más fácilmente las grandes lecciones de la vida si nos valemos más por nosotros mismos que si somos supervisados constantemente. Tal argumento puede que no tenga mucho peso para quien tenga una cosmovisión puramente mecanicista y no crea en ningún tipo de deidad, pero para otros el concepto puede ser muy importante. Si Dios tiene la necesidad de darnos la libertad de aceptarlo o rechazarlo, puede ser que se quite de en medio. O podría haber otras razones. En la batalla, los soldados no siempre entienden los planes de guerra.



También está la cuestión del sufrimiento. ¿Cómo podría un Dios todopoderoso y amante, especialmente la deidad descrita en la Biblia, crear un mundo en el que se manifiestan tanto dolor y tanto sufrimiento? Varios científicos y otras personas creen que la existencia del mal moral, del temor, el dolor y calamidades naturales como terremotos, que matan a miles de personas a la vez, supone un desafío para el concepto de un Dios creador inteligente y bueno. A estos problemas podemos añadir los tiburones que comen seres humanos, a los bebés con cáncer y a los terribles parásitos, como la tenia. Aunque en el universo hay muchas pruebas, y convincentes, de diseño inteligente, no todo está bien.

Los filósofos, los teólogos y otros pensadores han escrito mucho sobre el problema del sufrimiento en la presencia de un Dios creador bueno.<sup>6</sup> Enumeraré algunas soluciones, pero son únicamente sugerencias:

1. Aunque sería agradable no tener dolor ni temor, nuestra vida podría ser desastrosa sin ellos. El dolor y el temor de las consecuencias parecen necesarios para evitar que nos hagamos daño a nosotros mismos, como, por ejemplo, abrasarnos las manos si trabajamos junto a una llama o de un foco de calor intenso.
2. No debería echarse a Dios la culpa del mal moral, como la injusticia, cuando tenemos libertad de elección y nosotros mismos causamos el mal. No deberíamos condenar a Dios por nuestras elecciones indebidas, como tampoco echamos la culpa al arquitecto de una casa cuyos inquilinos le prenden fuego. Aquí es vital la cuestión del libre albedrío, igual que para la cuestión de la existencia de Dios mencionada más arriba. La auténtica libertad de elección requiere que se permita el mal moral. En vez de seres humanos, Dios podría haber creado únicamente seres, más o menos como los simios, privados de la libertad de adoptar decisiones morales, excluyendo así la posibilidad del bien y el

---

6. Por ejemplo, G. Emberger, "Theological and scientific explanations for the origin and purpose of natural evil" [Explicaciones teológicas y científicas del origen y el propósito del mal natural], *Perspectives on Science and Christian Faith* 46/3 (1994): 150-158; J. Hick, *Evil and the God of Love* [El mal y el Dios de amor], 2ª ed. (Londres: Macmillan Press, Ltd., 1977); C. S. Lewis, *El problema del dolor* (Madrid: Rialp, 2004); A. E. Wilder-Smith, *Is this a God of love?* [¿Es este un Dios de amor?], P. Wilder-Smith, trad. (Costa Mesa, California: TWFT Publishers, 1991).

mal, pero tal existencia parece monótona y realmente aburrida. Afortunadamente, podemos adoptar decisiones morales, pero también tenemos que afrontar sus consecuencias.

3. Algunos sugieren que el sufrimiento contribuye al desarrollo de un carácter virtuoso. A veces defienden la idea de que recordamos mejor las virtudes adquiridas que las innatas. El sufrimiento que experimentamos nos ayuda a recordar mejor los efectos del mal.
4. Otros explican el mal de las calamidades naturales postulando un Dios que se distancia de su creación y que, por lo tanto, permite que la naturaleza siga su curso. Aunque puede que el concepto tenga algo de verdad, no parece encajar con lo que cabría esperar del tipo de Dios que hizo un universo tan complejo.
5. Un Dios creador podría realizar, de continuo, todo tipo de milagros para evitar el sufrimiento. Sin embargo, bien podría ocurrir que si Dios manipulase demasiado la naturaleza e introdujese demasiados milagros, no captaríamos las relaciones de causa y efecto. Las calamidades pueden servir para recordarnos que la racionalidad (es decir, la causa y el efecto) existe en el universo. Si el universo no estuviera básicamente ordenado, es dudoso que fuera posible un pensamiento lógico significativo.
6. El sufrimiento que vemos en los organismos, como en las enfermedades infecciosas, el cáncer y aun en la depredación carnívora, puede ser consecuencia de una variación biológica de menor entidad, especialmente en el caso de las mutaciones, habitualmente perjudiciales, y no del designio o propósito específicos de Dios. Puede también servir para recordarnos que vivimos en un universo racional, en el que es normal el binomio causa-efecto.

No tenemos respuesta para todas las preguntas que pudiéramos formular en cuanto al sufrimiento que vemos en la naturaleza. Hay mucho que, sencillamente, no sabemos, pero los conceptos que acabamos de enumerar presentan algunas explicaciones plausibles.

## Cautelas en cuanto a la ciencia

Un relato apócrifo narra la historia de un biólogo que alcanzó la fama por su habilidad para amaestrar pulgas. Ordenaba que saltasen, y las pulgas, muy obedientes, lo hacían. Un día, para demostrar a algunos amigos hasta qué punto había amaestrado a sus pulgas, empezó a arrancar, una a una, las patas de una de sus pulgas amaestradas y luego le pedía que saltara. En cada ocasión, la pulga, muy bien amaestrada, siguió saltando obedientemente. Por último, el científico le arrancó la última pata y pidió a la pulga que saltase, pero no ocurrió nada. Volviéndose a sus amigos, el biólogo señaló que, a lo largo de los años, había aprendido que ¡si a una pulga se le arrancan todas las patas, ya no oye! Esa es una interpretación. Naturalmente, otra interpretación es que la pulga no saltó porque no le quedaban patas. El cuento ilustra la diferencia entre datos e interpretación. Que la pulga no saltase cuando no le quedaban patas es un hecho, o sea, datos. Que fuera incapaz de oír es una interpretación. Una de las grandes confusiones que tenemos en la ciencia es que, demasiado a menudo, no distinguimos entre los datos y la interpretación. Una interpretación puede ser simplemente una opinión. Para averiguar lo que pasa realmente, hay que distinguir entre ambos.

Hace tiempo que los científicos son conscientes de este problema, y, como se ha mencionado antes, usan el término *ciencia histórica*<sup>7</sup> para designar los aspectos de la ciencia que tienden a estar más en el terreno subjetivo o interpretativo. Se trata de áreas en las que la verificación es más difícil: por ejemplo, no permiten que nadie realice un experimento de forma reiterada para comprobar los resultados. Resulta que muchos de estos ámbitos más especulativos de la ciencia tienen que ver con acontecimientos pasados, que habitualmente son más difíciles de comprobar. La cosmología, la paleontología, la evolución, la creación y la antropología física

---

7. Véase el capítulo 6. Para una opinión contraria, véase C. E. Cleland, "Historical science, experimental science, and the scientific method" [Ciencia histórica, ciencia empírica y el método científico], *Geology* 29/11 (2001): 987-990. Para una introducción modélica, véase George Gaylord Simpson, "Historical science" [La ciencia histórica], en C. C. Albritton, Jr., ed., *The fabric of geology* [La trama y la urdimbre de la geología] (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co., Inc., 1963), pp. 24-48.

caen más en el campo histórico. Por otro lado, tenemos la ciencia empírica, como la física, la química y aspectos de la biología como la ingeniería genética, en las que podemos comprobar algo en el laboratorio de manera fácil y reiterada. Hay que tener un cuidado especial a la hora de separar los datos de la interpretación cuando abordamos la ciencia histórica.

El hecho de que los paradigmas dominen la ciencia es muy pertinente para nuestra evaluación global de la cuestión de Dios. Los paradigmas implican un componente sociológico de la ciencia, un componente que supone un reto para la pureza, la objetividad y la apertura que a algunos científicos les gusta reivindicar para su disciplina. Sin embargo, cuando, en vez de poner de manifiesto un pensamiento independiente e individual, la comunidad científica pasa en bloque de una inquebrantable lealtad a un paradigma a la lealtad igual de inquebrantable a otro, como ocurrió en el caso del desplazamiento de los continentes, es difícil no creer que las conclusiones de la ciencia incorporan poderosos aspectos sociológicos. Muchos interpretan que los cambios de paradigma son un progreso, pero el hecho de que a veces el cambio devuelve a la ciencia a un viejo paradigma rechazado es un reto para tal concepto. Así ocurrió en los ejemplos que dimos anteriormente en cuanto a la generación espontánea de la vida y las catástrofes geológicas.<sup>8</sup> Aunque en estos casos el paradigma readoptado difiere de hecho en algunos detalles con respecto al antiguo rechazado, tanto en la versión antigua como en la nueva, el principio subyacente es el mismo. De aquí que la ciencia vuelva en ocasiones a interpretaciones rechazadas. Dado que la información científica se acumula, no hay duda de que la ciencia progresa de forma general hacia la verdad, pero puede haber muchas correrías, algunas muy prolongadas, por las sendas de paradigmas erróneos.

Después de estudiar de forma intensiva la cuestión de los orígenes durante décadas, y con todo el debido respeto al empeño científico realizado para demostrar la evolución, me parece que la idea de que los organismos se desarrollaron por sí solos y

---

8. Véanse los capítulos 3 y 5.

evolucionaron de lo simple a lo complejo se enfrenta a problemas científicos insuperables. Aunque muchos aceptan la evolución, los datos que apoyan la macroevolución son especialmente difíciles de encontrar, mientras que los que se oponen a la misma son muy significativos.<sup>9</sup> Además, varios científicos han suscitado serias objeciones en cuanto a la evolución y vienen escribiendo libros que cuestionan el concepto.<sup>10</sup> Huston Smith, prestigioso catedrático de filosofía en la neoyorquina Universidad de Siracusa, es exponente de algunas de estas inquietudes. Hablando de la evolución, afirma que «nuestra evaluación personal es que en ninguna otra teoría científica se apoya tanto la mente moderna con, en proporción, tan poca evidencia».<sup>11</sup>

Captamos algo de la sensación de los poderes seductores de un paradigma cuando vemos la confianza que manifiestan algunos evolucionistas a pesar de la parquedad de las pruebas. Douglas Futuyma, de la Universidad de Míchigan y del campus de Stony Brook de la Universidad Estatal de Nueva York, ha escrito el libro de texto de uso más generalizado en los Estados Unidos sobre evolución. En él afirma que «en la actualidad los biólogos evolutivos no se preocupan de intentar demostrar la realidad de la evolución. Sencillamente, ya no es asunto de controversia, desde hace ya más de un siglo».<sup>12</sup>

9. Véanse los capítulos 3-5.

10. Para ejemplos ilustrativos, véanse Michael J. Behe, *La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica a la evolución* (Santiago de Chile: Andrés Bello, 1999); Francis Crick, *Life itself: Its origin and nature* [La vida misma: Su origen y naturaleza] (Nueva York: Simon and Schuster, 1981); Michael Denton, *Evolution: A theory in crisis* [La evolución, teoría en crisis] (Bethesda, Maryland: Alder and Alder, 1985); M.-W. Ho y P. Saunders, eds., *Beyond neo-Darwinism: An introduction to the new evolutionary paradigm* [Más allá del neodarwinismo: Introducción al nuevo paradigma evolutivo] (Orlando, Florida: Academic Press, 1984); S. Løvtrup, *Darwinism: The refutation of a myth* [El darwinismo: Refutación de un mito] (Londres: Croom Helm, 1987); M. Ridley, *The problems of evolution* [Los problemas de la evolución] (Oxford: Oxford University Press, 1985); R. Shapiro, *Origins: A skeptic's guide to the creation of life on earth* [Los orígenes: Guía de un escéptico a la creación de la vida en la Tierra] (Nueva York: Summit Books, 1986); G. R. Taylor, *The great evolution mystery* [El gran misterio de la evolución] (Nueva York: Harper and Rowe, 1983); J. Wells, *Icons of evolution: Science or myth? Why much of what we teach about evolution is wrong* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito? Por qué está mal gran parte de lo que enseñamos sobre evolución] (Washington, D.C.: Regnery Publishing, Inc., 2000).
11. Huston Smith, *Forgotten truth: The primordial tradition* [La verdad olvidada: La tradición primordial] (Nueva York: Harper Colophon Books, 1976), p. 132.
12. D. J. Futuyma, *Evolutionary biology* [Biología evolutiva], 3ª ed. (Sunderland, Massachusetts:

Cuando la ciencia hace alarde de una actitud tan confiada, especialmente ante datos significativos tan opuestos, ha dejado de buscar la verdad, pasando a defender un dogma. *La evolución es un síntoma de una ciencia laicista demasiado segura de sí misma.*

Como ya hemos señalado, la ciencia tiende a aislarse. Thomas Huxley declaró en una ocasión que nadie podía ser «a la vez un auténtico hijo de la iglesia y un leal soldado de la ciencia».<sup>13</sup> Semejante actitud es reflejo del problemático exclusivismo de la ciencia.<sup>14</sup> Los científicos afirman con frecuencia que la ciencia y la religión son dos reinos aparte. Podemos segregar áreas de información de todo tipo, como la literatura, las ciencias económicas o la psicología, pero ignorar a propósito algunas, como demasiado a menudo hace la ciencia con la religión, solo puede acabar llevando, sencillamente, a tomar un desvío secundario y sin salida en la amplia autopista que lleva a encontrar lo que es verdadero. Es preciso que nuestra búsqueda de la verdad real —la realidad, o la verdad última, como algunos la llaman— incluya tanta información como resulte posible, especialmente cuando se formulan preguntas de gran alcance, como el origen de todas las cosas. Cuantas más posibilidades miremos, más probable será que demos con las explicaciones acertadas.

Con todo, la disposición de la ciencia hacia el exclusivismo y el aislamiento es inusitadamente fuerte. En consecuencia, la ciencia se enzarza a veces en intentos de explicaciones, como que la vida se originase a partir de información presente en los átomos, o en explicar el comportamiento humano por medio de la sociobiología, que están más allá de su capacidad.<sup>15</sup> La mayoría de los científicos son conscientes del poder de la ciencia y no es probable que renuncien a él. Todo ello contribuye a una sensación de superioridad que tiende a atrincherar a la ciencia con respecto a otras esferas de investigación que son también parte de la realidad. De hecho, el exceso de éxito ha impedido que la ciencia encuentre otros aspectos de la verdad.

---

Sinauer Associates, Inc., 1998), p. 28.

13. Thomas H. Huxley, *Darwiniana: Essays* [Darwiniana: Ensayos] (Nueva York: D. Appleton and Co., 1871, 1893), p. 149.

14. Véase también lo dicho anteriormente en la primera parte del capítulo 7.

15. Véanse los capítulos 3 y 7.

Los científicos tienen derecho a especializarse en la ciencia, pero pueden meterse en problemas cuando no reconocen que una de las desventajas de tanta especialización es que restringe la visión de conjunto. Cada cual solo es capaz de pensar en poco más que la propia esfera limitada.

Hay quienes se preguntan si la honestidad de la ciencia no queda en entredicho cuando excluye arbitrariamente a Dios y, a la vez, afirma tener la verdad en cuanto a las preguntas sobre los orígenes. Aunque en la ciencia se da el engaño intencionado y ocasional, y aunque sería necio no prestarle atención alguna, se trata de algo muy infrecuente y es probable que no constituya un factor significativo en el debate sobre la cuestión de Dios. Y no es preciso rebuscar mucho para encontrar muchas maldades deshonestas realizadas bajo el estandarte de la religión o de Dios. El principal problema no es el engaño deliberado, sino lo que se denomina autoengaño, por el cual los científicos creen sinceramente que tienen razón y que los demás se equivocan. Creen que pueden excluir a Dios porque, después de todo, ¿no intenta la mayoría de los científicos explicarlo todo sin él? Por ejemplo, el autoengaño parece evidencia cuando los científicos creen que ciertos organismos vivieron cientos de millones de años antes de que podamos encontrarlos en el registro fósil<sup>16</sup> sencillamente porque están seguros de que evolucionaron a partir de otros tipos, y porque saben que tal cosa llevaría mucho tiempo.

Aunque los científicos suelen creer que tienen razón, la historia nos enseña que, a menudo, la ciencia, en el pasado, se equivocó. El autoengaño no es un problema de la ciencia únicamente —es un defecto que todos tenemos—, pero la ciencia es especialmente vulnerable por el éxito acostumbrado. Puede desviarse con más facilidad siguiendo tangentes erróneas pensando que está en lo cierto. Los científicos deberían centrar más la atención en los datos que en estar de acuerdo con otros científicos.

---

16. Véase el planteamiento de este asunto en el capítulo 5.

## El laicismo en la ciencia

En la actualidad, la ciencia suele afirmar una postura naturalista estricta, por lo que no permite que Dios forme parte de la escena. Gurús científicos como Stephen Gould califican la idea de un diseño inteligente como una «falacia» que está «históricamente carcomida por la polilla». <sup>17</sup> Varios científicos notables recalcan especialmente que la apariencia de diseño en la naturaleza es ilusoria, o que el concepto debería evitarse. Julian Huxley, nieto de Thomas Huxley, comenta que «los organismos están contruidos como si hubiesen sido diseñados a propósito », pero que «el propósito es solo aparente». <sup>18</sup> Richard Dawkins, en su libro *El relojero ciego*, observa que «la biología es el estudio de las cosas complejas que dan la apariencia de haber sido diseñadas con un fin». <sup>19</sup> Luego se pasa el resto del libro intentando mostrar cómo no es así. El premio Nobel Francis Crick advierte que «los biólogos deben tener constantemente presente que lo que ellos ven no ha sido diseñado, sino que más bien ha evolucionado». <sup>20</sup> No es difícil llegar a la conclusión de que aquí opera una agenda laicista (ya citamos más ejemplos similares al comienzo del capítulo anterior). Todo ello indica que en la ciencia, tal como se practica en la actualidad, nos enfrentamos con una filosofía materialista laicista cerrada y no con una búsqueda científica abierta de explicaciones auténticas en cuanto a la naturaleza siguiendo los datos al lugar adonde apunten, sea el que sea. El hecho de que medio millón de científicos interprete la naturaleza sin Dios, mientras que un puñado de ellos lo incluyan lleva a una tremenda predisposición contra él en la bibliografía científica. Se pasa por alto de forma sistemática cualquier evidencia a favor de Dios. A Dios debería dársele su “derecho de gestión procesal” en

17. Stephen J. Gould, “Mind and supermind” [Mente y supermente], en J. Leslie, ed., *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1985, 1998), pp. 187-194.

18. Julian Huxley, *Evolution in action* [La evolución en acción] (Nueva York: Mentor Books, 1953), p. 13.

19. Richard Dawkins, *El relojero ciego* (Barcelona: RBA, 1993), p. 21.

20. Francis Crick, *Qué loco propósito: una visión personal del descubrimiento científico* (Barcelona: Tusquets, 2008), p. 158.



el ruedo científico, especialmente si la ciencia busca realmente la verdad.

Aunque la idea de algún tipo de creación recibe ahora mucha más atención de los científicos que en el pasado, muchos no le dan la bienvenida, y algunos líderes de la ciencia desprecian el concepto. Esta es, después de todo, la nueva era científica, en la que Dios no existe o es irrelevante. Aunque los científicos, en su mayoría, son inteligentes, amables y responsables, la agresividad laicista no está muerta. Algunos científicos nunca parecen cansarse de quejarse de cómo la iglesia maltrató a Galileo por su creencia heterodoxa pero acertada de que la Tierra gira en torno al Sol. Galileo se ha convertido en algo así como un icono de cómo la ciencia tenía razón y la iglesia se equivocaba; y ello puede tener repercusiones sobre la creencia en Dios. Sería un científico muy valiente quien ahora osase invocar algún tipo de deidad que actúa en la naturaleza, por mucho que los datos de la ciencia apunten en gran medida a esta necesidad para explicar los precisos mecanismos y complejidades que encontramos.<sup>21</sup> En las instituciones educativas avanzadas los científicos que creen en Dios guardan silencio al respecto. La presión del grupo, la aversión al ridículo y el temor al despido pueden impedir que el 40% de los científicos que cree en un Dios que responde a sus oraciones<sup>22</sup> publique cosas sobre él. El sociólogo Rodney Stark, de la Universidad de Washington, señala que «arrastramos doscientos años de mercadotecnia que postula que, si quieres ser una persona científica, tienes que mantener la mente libre de los grilletes de la religión».<sup>23</sup> Si un químico diseña una compleja molécula orgánica, eso es ciencia. Pero si Dios hace lo mismo, ¿no es ciencia!

Dos siglos de exclusión de Dios han dejado un insidioso molde intelectual laicista en la ciencia que domina sus teorías, sus interpretaciones y hasta su vocabulario. Hubert Yockey, biólogo molecular en el campus de Berkeley de la Universidad de California, ha criticado las perspectivas confiadas pero limitadas y ridiculiza

---

21. Véanse los capítulos 2-5.

22. Véase el capítulo 1.

23. Según cita en E. J. Larson y L. Witham, "Scientists and religion in America" [Los científicos y la religión en Norteamérica], *Scientific American* 281/3 (1999): 88-93.

el empleo del «oxímoron» en expresiones como «*evolución química, sopa prebiótica, [... y] autoorganización*»,<sup>24</sup> que predisponen a la mente en cuanto a cómo se originó la vida.

En la actualidad la ciencia formula la pregunta: «¿Cómo evolucionó la vida?» y no «¿Evolucionó la vida?» Al hacer tal cosa soslaya la crucial cuestión de Dios. Un fuerte componente laicista en la ciencia introduce un sesgo en las conclusiones que se extraen. Resulta que, *tal como se practica en la actualidad, la ciencia es una curiosa combinación del estudio de la naturaleza y de una filosofía laicista que descarta a Dios. Podemos excluir a Dios por definición, ¡pero ello sirve de bien poco si existe!*

Es una lástima que la autocensura contra Dios sea tan fuerte en la ciencia contemporánea. Cuando biólogos evolucionistas de primera fila como Richard Dawkins escriben un libro titulado *The God Delusion* [El espejismo de Dios],<sup>25</sup> el mensaje es claro: el cientismo, que es el exceso de confianza en la ciencia, está más vivo que nunca. Los científicos que creen fervientemente en Dios probablemente, a veces, deban afrontar un dilema desgarrador al tener que mantener una posición laica y pretender en esencia que son ateos para ser aceptados por la comunidad científica y publicar en revistas científicas.<sup>26</sup> Algunos científicos creyentes han perdido su posición académica por los prejuicios que había contra ellos. Cuando los científicos investigan las áreas de la ciencia que tienen que ver con la cuestión de Dios, pueden descubrir que la situación conlleva un reto para su integridad intelectual, pues tienen que llevar la doble vida de un agente secreto. Esperemos que cuando se acepten más pruebas a favor de Dios, tales científicos puedan expresar sus creen-

24. Hubert P. Yockey, *Information theory and molecular biology* [La teoría de la información y la biología molecular] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992), p. 288.

25. Richard Dawkins, *The God delusion* (Boston: Houghton-Mifflin Co., 2006).

26. Hay raras excepciones. De interés reciente es S. C. Meyer, "The origin of biological information and the higher taxonomic categories" [El origen de la información biológica y de las categorías taxonómicas superiores], *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117/2 (2004): 213-239. Este artículo, que defiende el diseño inteligente, causó un escándalo, dado que apareció en una revista científica cuyos artículos están sujetos a la evaluación de colegas. Tales reacciones sustentan la actual resistencia de la comunidad científica al concepto de Dios.

cias con mayor libertad y que contribuyan a liberar la ciencia de la cárcel secular que ella misma se ha creado.

Cabe preguntarse legítimamente si la ciencia no tiene derecho a definirse como una empresa laica. Desde luego, lo tiene, pero, si así lo hace, debería abordar únicamente asuntos laicos. Hacer eso puede ser sumamente difícil, porque, desgraciadamente, el conocimiento no cae fácilmente en compartimientos diferenciados. Por ejemplo, cuando la ciencia intenta dar respuesta a todo en un contexto secular, está haciendo sin querer la tajante afirmación *teológica* de que Dios no existe, y ello supone extraviarse en asuntos religiosos. La compartimentación intelectual en disciplinas aisladas como el arte, la religión o la ciencia no funciona cuando nos preguntamos de dónde salieron todas las cosas.

Si la ciencia desea definirse como algo estrictamente secular, debe evitar todas las áreas que pudieran suscitar la cuestión de Dios, y abstenerse de realizar pronunciamientos en cuanto al comienzo de casi todo sin suficiente evidencia. La ciencia debería declarar con franqueza que es atea y que está cerrada a cualquier conclusión en el sentido de que Dios exista. Sin embargo, antes señalamos que la National Association of Biology Teachers (Asociación Nacional de Profesores de Biología de Estados Unidos) no estaba dispuesta a adoptar una posición tan tajante.<sup>27</sup> Los evolucionistas afirman a menudo que la creación no es ciencia porque no hay forma científica de evaluar un milagro como la creación, pero ese argumento tiende a perder su validez cuando los científicos se dan la vuelta y escriben libros como *Scientists Confront Creationism* [Los científicos confrontan el creacionismo]<sup>28</sup> e intentan evaluar la creación usando la ciencia. ¿Quieren estar en misa y repicando? La definición de ciencia, tal como se practica actualmente, es nebulosa.

Desde una perspectiva distinta, algunos conjeturan que los científicos son una pandilla de ateos. La realidad es más complicada. Hay científicos de todo tipo, y muy pocos son charlatanes o deliberadamente hostiles hacia la religión. Es preciso que tengamos presente

---

27. Véase el capítulo 1.

28. L. R. Godfrey, ed., *Scientists confront creationism* (Nueva York: W. W. Norton and Co., 1983).

que parte de la razón por la que tantos científicos no mencionan a Dios es que, a menudo, sus experimentos, sus hipótesis y sus teorías no tienen relación directa con la cuestión de Dios. A los científicos les gusta estudiar lo que pueden observar en la naturaleza. Es su especialidad, y en esa esfera es donde más cómodos están. Hay mucha ciencia, como, por ejemplo, los cambios químicos que tienen lugar cuando se endurece el cemento, que puede ser estudiada sin que ello involucre pregunta alguna acerca de Dios. Las coherentes leyes de la naturaleza dan pie a mucha ciencia que no requiere realizar referencia alguna a la divinidad. Sin embargo, ello no quiere decir que no exista, sino, más bien, que Dios no es tan simple como parte de nuestra ciencia. La cuestión de Dios se ve con más nitidez cuando formulamos preguntas más profundas. Por ejemplo: «¿Cómo alcanzaron las leyes de la naturaleza un patrón con unas relaciones mutuas tales como para hacer posible nuestro universo?» o «¿Cómo se originó la vida?»

Una cantidad significativa de científicos asocia a Dios con la evolución. Con este tipo de enfoque es posible tener a la vez una postura científica semisecular y un Dios para resolver los problemas más difíciles de la evolución, como el origen de la vida o la explosión cámbrica. Los defensores de tal enfoque han propuesto distintas ideas.<sup>29</sup> Sin embargo, no se encuentra ninguna de ellas en revistas científicas ni en libros de texto habituales. Tales ideas son incompatibles con el ideario laicista de la ciencia contemporánea. Además, en el contexto de los serios problemas que enfrenta la evolución, si se cuenta con un Dios que actúa en la naturaleza resolviéndolos, ¡la teoría general de la evolución se revela como casi inútil! Una vez que se permite de verdad que Dios entre a formar parte del escenario, cambia por completo el horizonte, y muchos científicos se resisten a ello. Incluir a Dios tiende a reducir la autonomía de la ciencia.

Otros científicos eligen vivir a la vez en dos mundos aparte (específicamente, dos esferas filosóficas diferentes de una misma realidad): una que incluye a Dios y otra que lo excluye. Aunque puede que tal

29. Para su presentación y evaluación, véase Ariel A. Roth, *Origins: Linking science and Scripture* [Los orígenes: La vinculación de la ciencia y las Escrituras] (Hagerstown, Maryland: Review and Herald Pub. Assn., 1998), pp. 339-354.

cosa resulte práctica, no es una forma de encontrar toda la verdad. La verdad no puede contradecirse. O hay Dios o no lo hay.

En resumen, la postura laicista de la ciencia contemporánea crea un fuerte prejuicio y no refleja las creencias de muchos científicos. Según el criterio de quienes dominan la disciplina, introducir la idea de Dios se considera falta de rigor científico. Tal postura restringe la ciencia y pone en tela de juicio su afirmación de buscar toda la verdad. Por ejemplo, si Dios existe, la ciencia nunca podrá hallarlo mientras lo excluya de su menú de explicaciones posibles. En esto la ciencia ya no respeta la libertad académica, y ha perdido sus credenciales. *En la ciencia hay que permitir que los datos de la naturaleza hablen por sí mismos y ello incluye la posibilidad de que Dios exista.* En mi opinión, ese sería un enfoque científico mejor y más abierto.

## La evidencia científica a favor de Dios

Hay muchos datos científicos que señalan la necesidad de algún tipo de intelecto perspicaz que planease el universo que nos rodea. Es posible que algunos piensen que con ello nos estamos adentrando en la ciencia histórica, que no es tan objetiva como la ciencia empírica, pero no es así. La mayor parte de esos datos, como las fuerzas de la física y la compleja bioquímica, provienen del tipo de ciencia basado en la observación, en los experimentos y cuyos estudios son repetibles. Aquí contamos con la gran ventaja de tratar con hechos, no con especulaciones. Ya hemos presentado gran parte de esta evidencia,<sup>30</sup> y no la repetiremos aquí salvo para recapitular algunas de las cosas más destacadas. La Tabla 8.1 las resume.

1. ¿Por qué iba a organizarse la materia por sí misma con leyes que permiten la interacción de las partículas subatómicas, como los *quarks*, los neutrones y los protones, dentro de parámetros muy precisos que facilitan la formación de al menos cien tipos de elementos? Estos versátiles elementos tienen la capacidad de combinarse entre sí de formas extraordinarias, dando así lugar a la materia del universo y a las moléculas y los cambios químicos necesarios para la vida, y pueden proporcionar luz para que poda-

---

30. Véanse especialmente los capítulos 2-5.

mos ver. No sería preciso que existiese la materia, y, desde luego, para que exista, no se precisan leyes tan elaboradas que la controlen. Podría ser, simplemente, un conglomerado amorfo de mugre caótica. Las leyes y la ordenación de la materia, tal como se ven en los átomos y sus partes, sugieren que fueron ideadas para un universo cargado de intencionalidad. Por ejemplo, la masa de un protón tiene que tener una precisión de una parte entre mil para que existan los elementos que forman el universo.

2. Desde luego, el campo de acción y los valores sumamente precisos de las constantes de las cuatro fuerzas básicas de la física no podrían haberse producido por casualidad, aunque algunos científicos intentan sugerir precisamente eso. Sin esas características exactas, no habría un universo habitable. Si el valor de la fuerza electromagnética o de la gravedad variase únicamente en un valor minúsculo, sería catastrófico para el Sol. El Sol lleva muchísimo tiempo dándonos la cantidad justa de luz y calor. No solo estamos a la debida distancia de él, sino que si las fuerzas básicas de la física cambiasen aunque fuese ligeramente, el Sol y el resto del universo se colapsarían en un instante. Además, la posición preferida del carbono, elemento de suma importancia que hace posible que haya vida, en el patrón de formación de los elementos, tiene toda la pinta de formar parte de un diseño intencional que posibilita la existencia de la vida.
3. El origen de la vida es el problema más desconcertante que afronta la evolución orgánica. La ciencia ha sido incapaz de presentar un escenario plausible de cómo la vida podría haber surgido por sí misma. Las diversas especulaciones ofrecidas no explican la formación de la multitud de las moléculas proteínicas especiales necesarias, el origen de la compleja información del ADN, las maravillas de los ribosomas, las elaboradas rutas metabólicas, los sistemas de verificación y corrección ni la existencia o el origen del código genético. El problema se agrava aún más cuando estudiamos las demás partes de una célula normal. Y, para que haya vida, todo lo anterior tiene que poder reproducirse para hacer más organismos similares. ¿Cómo podría todo ello darse por sí

solo? Desde luego, parece que tiene que haber estado implicado algún tipo de diseñador sumamente inteligente.

4. Cuando llegamos a los organismos avanzados, se acumulan más problemas para la interpretación mecanicista. Sencillamente, un cerebro humano medio cuenta con cien mil millones de células nerviosas conectadas mediante cuatrocientos mil kilómetros de fibras nerviosas, lo que supone cien billones de conexiones. Como ocurre en el caso de los circuitos integrados de un ordenador, es preciso contar con las conexiones oportunas para que las cosas funcionen como es debido. Cuando estudiamos el ojo avanzado, no da la impresión de que haya podido evolucionar. El ojo está dotado de muchos sistemas complejos, como la bioquímica fotosensible integrada y la retina, así como características de exposición y enfoque automáticos, que consisten en muchos componentes que no funcionarían ni tendrían valor evolutivo de supervivencia hasta que todas las partes estuvieran presentes. La visión cromática es otro ejemplo de complejidad irreducible, porque la capacidad de separar diversos colores en la retina no contribuiría a la producción de una visión cromática sin un mecanismo cerebral que analizase los diferentes colores. Es preciso que estén presentes receptores y analizadores específicos, amén de que funcionen debidamente, para producir un sistema con valor inherente de supervivencia.
5. Aunque el tiempo es un factor importante para potenciar la probabilidad de acontecimientos evolutivos improbables, resulta que, cuando se los evalúa cuantitativamente, los eones propuestos para la edad de la Tierra y del universo son del todo inadecuados. Los cálculos indican que a todos los océanos de la Tierra les llevaría una media de  $10^{23}$  años producir una simple molécula proteínica a partir de aminoácidos preexistentes. De ahí que la edad de cinco mil millones de años para la Tierra resulte al menos diez billones de veces más breve de la cuenta. Además, aun la forma de vida más simple que conocemos requeriría por los menos cientos de tipos distintos de moléculas proteínicas.

El ADN es mucho más complejo que las proteínas. Además, se necesitan grasas (lípidos), hidratos de carbono, etcétera.

6. Parece que durante las primeras cinco sextas partes del tiempo evolutivo hubo poca evolución. Luego, cuando se examina el registro fósil, resulta que la mayoría de los filos animales aparecen repentinamente en una explosión cámbrica que dura menos del 2% de todo el tiempo evolutivo. El habitual surgimiento súbito de la mayoría de los grupos botánicos y zoológicos no sugiere que la evolución ocurriese tan siquiera. Si la evolución se hubiese dado realmente, cabría esperar una continuidad ininterrumpida de formas intermedias fósiles de todo tipo, y de formas diversas, intentando evolucionar, pero los evolucionistas sugieren únicamente algunos ejemplos de organismos que, normalmente, están estrechamente relacionados. Las tasas de reproducción de los organismos avanzados son sumamente lentas para que se haya dado la evolución. Tales dificultades demandan la existencia de un Creador.
7. Algunos aspectos de nuestra mente apuntan a una realidad que está por encima de los confines mecanicistas normales de la ciencia. A la ciencia no le ha ido bien en esos temas, lo que indica que tales aspectos actúan mucho más allá del simple sistema de causa y efecto de la ciencia. Tales factores denotan un Dios trascendente para explicarlos. Uno de esos misterios es nuestra consciencia, la sensación y la conciencia de la propia existencia. No parece que la materia tenga esta característica. Otro es nuestra capacidad de elección, el libre albedrío. Si es libre de verdad, como coincidimos la mayoría, está más allá del binomio causa-efecto de la ciencia. Considérese también nuestro sentido del bien y el mal, reflejado a veces en nuestro reconocimiento de la justicia y la injusticia. Nos parecen mal la injusticia y el maltrato de los débiles y los pobres, algo que contrasta vivamente con el concepto evolutivo de competencia y de supervivencia, principalmente, del más apto. Como seres humanos, tenemos ideales que están por encima de tan despiadado comportamiento. Por otra parte, si de verdad evolucionamos, sin más, el comportamiento y los deseos



egocéntricos serían precisamente lo que habría sobrevivido. ¿De dónde provienen todas las características más elevadas de nuestra mente? Parece haber significación y bondad en la humanidad por encima de lo que la ciencia ha encontrado y ofrece, pero la evolución no explica tal cosa.

O hay un Dios que diseñó la naturaleza o no lo hay. Cuando se estudian los datos concretos presentados más arriba, que van de la precisión de las fuerzas de la materia y la complejidad de la vida (en especial las maravillas de nuestro cerebro y nuestra mente), hay que reconocer la abundancia de pruebas significativas que son sumamente difíciles de explicar si no se cree en un Dios. *Los datos científicos imponen el concepto de un Diseñador.*

## **¿Pueden los científicos ignorar la evidencia científica a favor de Dios?**

A menudo, la ciencia aporta datos que los científicos no aceptan. Los ejemplos que hemos analizado anteriormente incluyen casos como el de Semmelweis y los gérmenes que causan fiebre puerperal; Mendel y los principios de la herencia; Wegener y su idea de que los continentes se desplazan; y Bretz y las interpretaciones geológicas catastróficas. Todos ellos ilustran cómo la comunidad científica puede aferrarse a conclusiones erróneas a pesar de los datos contrarios. Hay evidencia abundante y convincente que indica la necesidad de un Dios diseñador, pero hay una paradoja: ¿Por qué los científicos no lo reconocen?

En la actualidad, en esencia, los científicos han cerrado la puerta a cualquier consideración de Dios en la ciencia. Como se ha mencionado antes, no ocurría así cuando gigantes intelectuales de la talla de Kepler, Boyle, Pascal, Galileo, Linné y Newton sentaron las bases de la ciencia moderna. Consideraban que estaban descubriendo los principios y las leyes que Dios había creado. El presente *ethos* laicista no refleja las creencias de los pioneros de la ciencia, a la par que tampoco representa las creencias de muchos científicos contemporáneos. La afirmación un tanto burlesca de que muchos

científicos creen en Dios, pero solo los fines de semana, cuando acuden a la iglesia, tiene alrededor un halo de realismo. Recuérdese que un estudio revela que el 40% de los científicos cree en un Dios que responde sus oraciones, que el 45% no lo cree y que el 15% no está seguro.<sup>31</sup> En la actualidad, Dios no está de moda en la ciencia. Es probable que la mejor forma de explicar la postura laicista de la ciencia sea señalando que es un fenómeno sociológico o de actitudes, y hay varios expertos que han sugerido, además, que, en ocasiones, la evolución puede adoptar la forma de una religión.<sup>32</sup> *El hecho de que la ciencia lleve excluyendo a Dios durante siglo y medio sin ser capaz de aportar respuesta alguna a las principales cuestiones sobre los orígenes debería ser motivo de profunda inquietud.*

Nos gusta pensar que nuestras últimas ideas son las mejores, y que el pasado estuvo mal, y así podemos sentirnos muy superiores si podemos mostrar lo malo que fue el pasado. Pero a veces el pasado estuvo bien, por lo que los viejos paradigmas descartados pueden lograr de nuevo su aceptación como verdad. El filósofo del siglo XX Imre Lakatos no parecía estar tan seguro de la superioridad del presente con respecto al pasado cuando, irónicamente, comentaba: «Las papeleras eran recipientes usados en el siglo XX para la eliminación de la primera versión de manuscritos que la autocrítica —o la crítica privada de amigos doctos— descartaba tras la primera lectura. En nuestra era de la explosión de las publicaciones, las personas no disponen, en su mayoría, de tiempo para leer sus manuscritos, y la función de las papeleras ha sido asumida por las revistas científicas».<sup>33</sup> No deberíamos seguir, sin más, el “clima de opinión” actual, en especial porque no tenemos razón para creer que lo que hoy consideramos que es verdad sea considerado verdad en el futuro, cuando afloren ideas e información nuevas. Si algo nos enseña la historia es que muchas de nuestras ideas serán ridiculizadas en el futuro.

31. Véase el capítulo 1.

32. Por ejemplo, M. Midgley, *Evolution as a religion: Strange hopes and stranger fears* [La evolución como religión: Extrañas esperanzas y más extraños temores] (Londres: Methuen and Co., Ltd., 1985); M. Ruse, “Is evolution a secular religion?” [¿Es la evolución una religión secular?] *Science* 299 (2003): 1523, 1524.

33. Citado en 1987 en *Palaios* 2: 445. Lakatos creía que, en general, la ciencia progresa con el transcurso del tiempo.

Las principales modalidades de pensamiento de la humanidad han cambiado en ocasiones de forma espectacular. La alquimia y la caza de brujas dominaron durante siglos. Afortunadamente, ese tiempo pasó. En la antigüedad, grandes pensadores como Sócrates, Platón y Aristóteles ponían mucho énfasis en el propio proceso mental, en cómo llegar a la verdad, en la importancia de la razón y en el valor subordinado de los sentidos. Más tarde, durante la Edad Media, un conjunto diferente de prioridades comenzó a aflorar en el mundo occidental en las empresas intelectuales. El patrón de pensamiento de ese periodo, conocido como escolasticismo, prestaba especial atención a la lógica, la gramática, la retórica, la relación entre fe y razón, así como el respeto a la autoridad, en especial a la de Aristóteles. Ahora tenemos otro conjunto, también diferente, de prioridades, en el que las ideas científicas generan un elevado grado de aceptación. No obstante, algunos sociólogos advierten que la ciencia es fundamentalmente una empresa subjetiva moldeada por los caprichos de quienes participan en ella. Con independencia de que tengan razón o no, vivimos en una era científica y esa es la predisposición de nuestro molde intelectual actual. Me atrevo a sugerir que en esta vorágine de ideas humanas, que van y vienen, sigue habiendo datos firmes que contribuyen a que nos mantengamos en la senda que conduce a la verdad, y descubro que los datos científicos que señalan a Dios son abundantes y, a la vez, convincentes. Afortunadamente, contamos con varios firmes puntos de anclaje.

La cuestión no es simplemente una batalla entre algún tipo de evolución y algún tipo de creación: ese debate es solo un síntoma de la cuestión más profunda de si la ciencia naturalista (mecanicista y materialista) puede presentar por sí sola una cosmovisión satisfactoria. Esto suscita la importante pregunta de si la ciencia nos ha llevado por una senda equivocada al excluir a Dios. Creo que así es, sin duda alguna. La perspectiva científica actual se ha revestido con un corsé intelectual que no permite que Dios forme parte del escenario, y muchos científicos insisten en quedarse así a pesar de las pruebas convincentes en sentido contrario. Pero el reconocimiento de lo que ha ocurrido en la ciencia nos obliga a abordar otra pregun-

ta significativa: ¿Por qué ocurrió? La cuestión del comportamiento de los científicos —o, si a eso vamos, de cualquier otro grupo de seres humanos— es demasiado compleja como para dar una respuesta concluyente, pero hay algunas sugerencias que, desde luego, parecen significativas.

1. Una razón, a la que se ha aludido antes, es que la ciencia tiene que ver con el estudio de hechos y explicaciones de la naturaleza y el científico se encuentra más cómodo con eso que pensando en Dios. Aunque es una explicación válida, solo puede tratarse de una razón secundaria para que la ciencia rechace a Dios, dado que los científicos contemplan ideas especulativas de todo tipo. La ciencia, a la vez que descarta la relevancia de Dios, acepta muchísimas ideas descabelladas sin antes haberlas evaluado. La existencia de tales ideas demuestra serios prejuicios en la perspectiva científica actual. Ya hemos considerado ejemplos de algunas ideas especulativas con las que la ciencia se ocupa sus energías. Incluyen la singularidad al comienzo del *Big Bang*, durante la cual, según creen muchos, las leyes de la ciencia no tenían aplicación; múltiples universos, de los cuales no tenemos evidencia válida alguna; un incongruente principio cosmológico antrópico; información en los átomos que pudiera crear vida; o la supuesta evolución de organismos mucho antes de que los encontremos en el registro fósil. La ciencia se toma en serio todo tipo de ideas peregrinas, y su tolerancia hacia fantasiosas “historietas a la carta”<sup>34</sup> es casi increíble. Sin embargo, en lo tocante a Dios, en el momento actual la disciplina no permite que forme parte de su panorama explicativo. *Es posible que los científicos se encuentren más a gusto con los datos de la naturaleza, pero, dado que incurren en mucha especulación y muchas teorizaciones que van más allá de los datos, también debería estar dispuestos a considerar la posibilidad de que Dios exista.*
2. Una segunda sugerencia proviene Michael Polanyi, filósofo de la ciencia del siglo XX muy respetado, quien atribuye el laicismo de la ciencia a una reacción excesiva a las limitaciones del pensamiento medieval. En la época medieval se consideraba que Dios

34. Véase el capítulo 1.

era la causa de casi cualquier cosa. Según algunas ideas, creó los ratones para enseñarnos a guardar los alimentos, y trajo a las chinches a la existencia para impedir que durmiéramos demasiado. Polanyi afirma: «Aquí precisamente veo el problema, el punto en el que parece estriba el profundo desencuentro entre la ciencia y el resto de la cultura. Creo que este desencuentro fue inherente, en su origen, al impacto liberador de la ciencia moderna sobre el pensamiento medieval, y solo después se ha vuelto patológico.

»La ciencia se rebeló contra la autoridad. Rechazó la deducción [el razonamiento basado en premisas] partiendo de causas primeras a favor de generalizaciones empíricas [percepción sensorial]. Su meta última era una teoría mecanicista del universo». <sup>35</sup> El péndulo de la ciencia ha oscilado en exceso hacia el lado del laicismo recalcitrante. Como se ha indicado antes, <sup>36</sup> encontramos alguna evidencia de una tendencia reciente que se aparta de una ciencia puramente secular, pero solo el tiempo dirá si se trata de algo real o de una simple variación en el ruido de fondo.

3. No pocos científicos creen que permitir que Dios entre a formar parte del escenario equivale a renunciar a la racionalidad. Un Dios imprevisible no cuadra con el principio de causa y efecto que impera en la ciencia. Sin embargo, este argumento pierde gran parte de su calado cuando se lo pone en el contexto de la tesis perfectamente aceptada mencionada antes <sup>37</sup> según la cual la ciencia se desarrolló en el mundo occidental por el tipo de Dios racional de la tradición judeocristiana. El temor de irracionalidad solo es válido si se postula una deidad irracional.
4. Algunos científicos temen que permitir que Dios entre a formar parte del escenario alentaría una toma al asalto de la sociedad por parte de un conglomerado político-religioso de tipo fundamentalista, algo que consideran peligroso para la ciencia. Les preocupa especialmente el persistente debate en cuanto a

---

35. M. Green, ed., *Knowing and being: Essays by Michael Polanyi* [Saber y ser: Ensayos de Michael Polanyi] (Chicago: University of Chicago Press, 1969), p. 41.

36. Véase el capítulo 1.

37. Véase el capítulo 1.

la enseñanza de la creación junto con la de la evolución en las escuelas públicas de los Estados Unidos.

5. El orgullo intelectual en la ciencia puede ser otro factor. Los científicos tienen razón para enorgullecerse de los avances de la ciencia, pero el autoritarismo puede ser muy contagioso en un clima de éxito. Nos encanta el poder, pero los dictadores, los jefes ejecutivos, los ideólogos y cuantas personas hay favorecidas con el prestigio y el poder tienen dificultades para gestionar el éxito. Demasiado a menudo se cumple la famosa afirmación de Lord Acton, historiador británico: «Todo poder tiende a corromper, y el poder absoluto corrompe absolutamente».<sup>38</sup> No es un problema que afecte únicamente a los científicos; es algo con lo que todos luchamos. En la ciencia, cuando introducimos en el escenario a un Dios que creó la naturaleza, los científicos tienen la sensación de que pierden el control de su edificio intelectual y de su poder. Sin embargo, *los logros de la ciencia no son tan grandes que podamos ignorar a Dios, especialmente cuando la ciencia nos deja con tantas preguntas sin respuesta.*

El orgullo y la aversión a Dios que vemos a menudo en la ciencia en la actualidad contrastan vivamente con la humildad, la devoción y el respeto a Dios mostrado por los genios que establecieron los cimientos de la ciencia moderna. Señalamos que tal fue el caso de Newton,<sup>39</sup> y pasó igual con Johannes Kepler, quien, en un contexto de oración, escribió: «Si he sido seducido a caer en la insolencia por la maravillosa belleza de tus obras, o si he amado mi propia gloria entre los hombres mientras avanzaba en la obra destinada a tu gloria, perdóname con dulzura y misericordia; y, por último, dignate con gentileza a hacer que estas demostraciones puedan conducir a tu gloria y a la salvación de las almas, y que no sean obstáculo para ello en parte alguna. Amén».<sup>40</sup> No hay muchos científicos que puedan presumir de ser más grandes que Kepler

38. Lord Acton (John Emerich Edward Dahlberg, primer barón de Acton), según frase célebre de 1887, citada en A. Partington, ed., *The Oxford dictionary of quotations* [Diccionario de citas], 4ª ed. (Oxford: Oxford University Press, 1992), p. 1.

39. Véase el capítulo 1.

40. Según aparece citado en Owen Gingerich, “Dare a scientist believe in design?” [¿Osa un científico creer en el diseño?], *Bulletin of the Boston Theological Institute* N° 3.2 (2004): 4, 5.

## TABLA 8.1

### LAS PRUEBAS CIENTÍFICAS A FAVOR DE DIOS

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1. MATERIA	¿Por qué está organizada la materia en partículas subatómicas que siguen leyes que les permiten formar más de cien elementos que constituyen la materia del universo, al igual que los átomos, las moléculas y los cambios químicos necesarios para la vida? Además, esta materia produce luz para poder ver. La materia podría ser, sencillamente, caótica, sin leyes. Las leyes sugieren una planificación inteligente. ¿Por qué la masa de estas partículas subatómicas es a menudo exactamente lo que se necesita con una precisión de solo una parte entre mil?
2. FUERZAS	El valor sumamente preciso y el campo de acción de las cuatro fuerzas básicas de la física son exactamente los necesarios para permitir la existencia de un universo que es adecuado para que exista la vida. La relación existente entre la fuerza de gravedad y la fuerza electromagnética tiene que ser sumamente precisa, o el Sol no daría regularmente a la Tierra la cantidad exacta de calor que necesitamos. Tal precisión tiene todo el aspecto de ser un diseño de Dios.
3. VIDA	Los organismos vivos más simples son tan intrincados y complejos que no parece posible que pudieran haberse originado sin una planificación inteligente. Las complejidades incluyen el ADN, las proteínas, los ribosomas, las rutas metabólicas, un código genético y la capacidad de reproducir todo esto, incluido un sistema de verificación y corrección cuando se duplica el ADN.
4. ÓRGANOS	En todos los organismos encontramos muchos sistemas con complejidad irreducible. Tienen partes interdependientes que no pueden funcionar hasta que todas las partes necesarias estén presentes. Entre los ejemplos estarían el mecanismo de enfoque automático y de exposición automática del ojo, al igual que nuestro intrincado cerebro, etcétera. Las partes individuales de estos sistemas, inútiles por sí mismas, carecen de valor inherente evolutivo de supervivencia; de aquí que requerirían su planificación por parte de un Diseñador.
5. TIEMPO	Las prolongadísimas eras propuestas para la Tierra y el universo son enormemente breves para dar cabida a los improbables acontecimientos imaginados por la evolución. Los cálculos indican que la edad de cinco mil millones de años atribuida a la Tierra es billones de veces demasiado breve comparada con el tiempo medio necesario para producir una única molécula proteínica específica al azar. Dios parece absolutamente necesario.
6. FÓSILES	Durante la mayor parte del tiempo evolutivo casi no se da evolución de ningún tipo; después, de repente, hacia el final, y durante menos del 2% del tiempo evolutivo, aparece la mayoría de los filos animales fósiles en lo que se denomina explosión cámbrica. Además, no encontramos ningún ancestro significativo de esos filos inmediatamente antes de la misma. También aparecen de repente muchos otros grupos importantes, como si hubiesen sido creados. Los evolucionistas proponen lo que se ha sugerido que son algunas formas intermedias, pero si la evolución hubiese tenido lugar, el registro fósil debería estar repleto de formas intermedias de todo tipo intentando evolucionar.
7. MENTE	La mente posee características en cuyo análisis la ciencia encuentra grandes dificultades y, por ello, tales características señalan a una realidad que trasciende a la esfera naturalista y apunta a un Dios trascendente. Nuestro libre albedrío, si es libre de verdad, según coincidimos la mayoría, está por encima de los principios normales de causa y efecto que conoce la ciencia. Otros factores incluyen nuestra consciencia (o sea, la sensación de que existimos) y nuestra percepción de que la realidad tiene significado. También tenemos un sentido de la moralidad, al igual que amor e interés por los demás. Tales características elevadas de la mente no se encuentran en la materia ordinaria.

o Newton. Gigantes intelectuales de tal talla ejemplifican cómo pueden cooperar la ciencia y Dios.

6. Factores como el ego y la libertad de cada cual pueden obstaculizar el reconocimiento de Dios, especialmente en el caso de una deidad ante la cual podamos sentirnos responsables. Como se mencionó en el capítulo anterior, autores científicos de primera fila como Gould y Huxley se refieren a la «máxima libertad» y la «liberación» que permite una cosmovisión sin Dios.
7. Otra razón por la que la ciencia excluye a Dios en la actualidad es que, sencillamente, ese es el “espíritu científico” contemporáneo, la moda científica actual, el paradigma de nuestro tiempo. Si alguien es científico, se espera que se comporte así. Además, los sedicentes guardianes de la ciencia no vacilarán en notificarle si se aparta de la senda. Con independencia de lo que puedan decir los datos de la naturaleza, si alguien va a llamarse científico, mejor será que no permita que la idea de Dios se cuele en el escenario. Scott Todd, biólogo de la Universidad Estatal de Kansas, comenta en la revista *Nature*: «Aunque todos los datos apuntaran a un diseñador inteligente, tal hipótesis se excluye de la ciencia porque no es naturalista». <sup>41</sup> Este tipo de ciencia es una actitud y una filosofía laicista subjetiva que se niega a permitir que se sigan los datos de la naturaleza allí donde lleven, sea donde sea. Tan estrecha perspectiva de la ciencia excluiría a Newton y Kepler del cuadro de científicos, dado que incluían a Dios en algunas de sus conclusiones sobre la naturaleza, pero deducir que Kepler y Newton no fueran científicos es herejía. Además, como se señaló en la última parte del capítulo 1, también varios científicos modernos dan seria consideración a un Dios que actúa en la naturaleza.

El natural deseo de recibir aprobación, de lograr la supervivencia en la sociedad y el progreso académico puede llevar a muchos científicos a conformarse al patrón laicista de la ciencia. Gracias a una observación del físico teórico Tony Rothman, logramos una

---

41. S. C. Todd, “A view from Kansas on that evolution debate” [Punto de vista desde Kansas sobre el debate en torno a la evolución], *Nature* 401 (1999): 423.



pequeña vislumbre del atolladero en que se encuentran ahora los científicos: «Cuando nos vemos confrontados con el orden y la belleza del universo y con las extrañas coincidencias de la naturaleza, resulta muy tentador dar el salto de la fe desde la ciencia a la religión. Estoy seguro de que muchos físicos quieren darlo. Ojalá lo admitiesen».<sup>42</sup> Aunque muchos científicos creen en Dios, introducirlo en este momento en el escenario, sencillamente, no está de moda. Para parecer profesional hay que evitar el espectro de la religión. Impera el conformismo.

Las anteriores sugerencias son todas significativas, pero sospecho que las tres últimas son las más importantes. *La ciencia excluye a Dios principalmente por factores personales y sociológicos relacionados, como el comportamiento de los científicos, no por los datos científicos en sí.*

Durante más de tres siglos la ciencia moderna incluyó a Dios en su menú de explicaciones. Ahora, a pesar del hecho de que hay muchos datos que apuntan a su existencia, la ciencia lo excluye. En mi opinión, *la ciencia cometió su mayor error filosófico hace siglo y medio cuando rechazó a Dios como factor explicativo en la naturaleza e intentó explicarlo todo de forma naturalista (materialista y mecanicista).* Si la ciencia no hubiese obrado así, ahora no estaría enfrentándose a los problemas e improbabilidades insuperables que desafían las interpretaciones actuales (Tabla 8.1). *Dios tiene un lugar en la ciencia.*

## Síntesis

¿Tiene significado la vida? ¿Es vana la existencia de la humanidad? ¿Somos simplemente una carambola accidental de la naturaleza? El filósofo laicista británico Bertrand Russell escribió una de las descripciones con más sentido del sinsentido: «Este, a grandes rasgos, pero aún menos intencionado, más vacío de significado, es el mundo que la ciencia propone a nuestra creencia. En un mundo así, si es que han de hacerlo en algún lado, nuestros ideales deben buscar acomodo de ahora en adelante. Que el hombre es el producto de causas que no

---

42. Tony Rothman, "A 'what you see is what you beget' theory" [Teoría: "Engendras lo que ves"], *Discover* 8/5 (1987): 90-99.

preveían el fin hacia el que se dirigían; que su origen, su crecimiento, sus esperanzas y temores, sus amores y creencias solo son producto de colocaciones accidentales de átomos; que ninguna pasión, ni heroísmo, ni intensidad de pensamiento y sentimiento puede hacer perdurar la vida de un individuo más allá de la tumba; que todos los trabajos de las edades, todos los esfuerzos, toda la inspiración, todo el brillo meridiano del genio humano están destinados a la extinción en la vasta muerte del sistema solar, y que el templo entero de los logros del hombre debe quedar inevitablemente enterrado bajo los escombros de un universo en ruinas; todas estas cosas, aunque no sean del todo indiscutibles, son con todo casi tan seguras que ninguna filosofía que las rechace puede aspirar a sostenerse. Solo dentro del armazón de estas verdades, solo sobre la firme base de la inexorable desesperación, puede edificarse en adelante la morada del alma con seguridad». <sup>43</sup>

¡Suena sumamente lúgubre! Afortunadamente, los datos científicos que señalan a Dios (Tabla 8.1) suponen un desafío para el «firme cimiento de la desesperación implacable» de Russell. Aparte de ello, resulta difícil defender que la vida sea un sinsentido o que cuanto hacemos carezca de propósito. Alfred North Whitehead, eminente filósofo del siglo XX que enseñó en Cambridge y Harvard, desafía la ausencia de propósito con esta pulla: «Los científicos que se pasan la vida con el propósito de demostrar que la vida carece de propósito constituyen un interesante objeto de estudio». <sup>44</sup> Que hay una realidad más allá de la ciencia lo señala con claridad Huston Smith cuando observa que «al contemplar cómo son las cosas, no se puede empezar por mejor sitio que en la ciencia moderna. Del mismo modo, tampoco hay sitio peor en el que acabar». <sup>45</sup>

La postura laicista de la ciencia moderna es especialmente irrelevante de cara a algunas de las cuestiones más profundas de la vida, como la razón de nuestra existencia, nuestra consciencia, nuestros valores morales, nuestra voluntad de hacer el bien o el mal, o nues-

43. Bertrand Russell, "El culto de un hombre libre", en *Misticismo y lógica y otros ensayos* (Barcelona: Edhasa, 2001), pp. 15, 16.

44. Según se cita en Lecomte du Noüy, *Human destiny* [El destino humano] (Nueva York: Longmans, Green, and Co., Inc., 1947), p. 43.

45. Smith, *op. cit.*, p. 1. [Véase la nota 11.]

tro amor y preocupación por los demás. A esto podemos añadir otros misterios, como la curiosidad, la creatividad y la capacidad de entender. Son aptitudes que la ciencia no ha descubierto en la materia simple, a las que no suele prestar atención alguna, pero todos nos damos cuenta de que forman parte de la realidad y, en especial, son parte de lo que llena la vida de significado. Como ilustra Hubert Yockey, los seres humanos no son simplemente materia: «Si toda la vida es puramente material, los crímenes de Hitler, Stalin y Mao Tse-tung son intrascendentes. Si los humanos somos solo materia, quemar una tonelada de humanos no es peor que quemar una tonelada de carbón».<sup>46</sup> Francis Collins, director del National Human Genome Research Institute [Instituto Nacional de los Estados Unidos para la Investigación del Genoma Humano], que tuvo mucho que ver en la reciente elaboración del mapa del patrón genético humano (nuestra fórmula del ADN con tres mil millones de bases), cree que «un poder superior tiene que desempeñar también algún papel en lo que somos y en lo que nos convertimos». También duda de que la genética y la biología molecular puedan «explicar realmente el conocimiento intrínseco universal del bien y el mal, común a todas las culturas humanas en todas las edades» o «la forma abnegada del amor que los griegos llamaban ágape».<sup>47</sup>

Si la ciencia naturalista hubiese propuesto modelos plausibles para el origen de la materia, la vida y nuestra mente, podría considerarse seriamente la posibilidad de que Dios no exista. Sin embargo, el esencial silencio de la ciencia secular en cuanto a estos aspectos sobresalientes de la realidad implica la necesidad de un Diseñador maestro. Dado que parece que somos el resultado de un diseño, tenemos muy buenas razones para creer que nuestra vida no es un sinsentido y que no carece de propósito, que, cuando morimos, no se ha acabado todo. Los datos científicos que apuntan a Dios también sugieren que hay luz al final del túnel de la vida.

---

46. Hubert P. Yockey, "Materialist origin of life scenarios and creationism" [El creacionismo y los escenarios materialistas para el origen de la vida], *Creation/Evolution* 17 (1986): 43-45.

47. Francis S. Collins, L. Weiss y K. Hudson, "Heredity and humanity" [Herencia y humanidad], *The New Republic* 224/26 (2001): 27-29.

No puedo creer que, sencillamente, apareciésemos aquí por accidente, no puedo creer que Dios nos crease sin propósito. Sin embargo, todos gozamos de la libertad de decidir si queremos o no que nuestra vida tenga algún significado, si la existencia de la humanidad tiene algún propósito o si hay un Dios. Es sumamente triste que, a pesar de todos los datos que lo señalan, haya tantos científicos que deciden que la vida carece de significado. Tienden a perderse toda la viveza, toda la significación, toda la satisfacción y toda la esperanza que se obtienen de una vida encaminada a los más elevados ideales de la bondad y el interés por los demás.<sup>48</sup> Son, todos, ideales que no se encuentran en parte alguna de la adustez de la evolución de la competencia y la supervivencia del más apto, ni en las simples interpretaciones mecanicistas de la naturaleza.

Cuando examino la naturaleza, me parece que tiene que haber un Dios creador de las cosas sumamente precisas y complejísimas que encontramos. Entre estas figurarían nuestro complejo cerebro y la capacidad intelectual que tiene de razonar y entender, al igual que nuestra consciencia y nuestra conciencia. Sería muy peculiar que hubiera un Dios que creara seres pensantes así y que no dejase algún tipo de comunicación que procediera de él; por eso, busco esa comunicación. Para mí, la Biblia parece el mejor candidato, no solo por su significación y franqueza, sino porque el tipo de Dios racional que se rige por el binomio causa-efecto que se encuentra en ella coincide con la causa racional y el efecto que la ciencia ha descubierto en el universo. Tal conclusión encaja perfectamente en la tesis ampliamente aceptada que presentamos antes: que la ciencia moderna se desarrolló en el mundo occidental debido a la lógica racional de la tradición judeocristiana, inspirada por el tipo de Dios descrito en la Biblia.<sup>49</sup> Se pueden estudiar otras religiones importantes, como el hinduismo, el budismo, el confucianismo o el sintoísmo y encontrar misticismo, ausencia de seres divinos, muchos dioses, a veces deidades que pugnan entre sí, pero no el Dios coherente de la Biblia. Ese Dios es congruente con la racionalidad que encontramos en el universo y

48. Hablo aquí del interés que supera con creces el interés por nuestros parientes más cercanos, que es lo que sugiere el concepto de la sociobiología de selección parental.

49. Véase el capítulo 1.

con la ciencia: en particular, las leyes de la ciencia que funcionan que actúan por doquier a nuestro alrededor.

Se puede objetar que hay que seguir invocando “milagros irracionales” realizados por un Dios que actúa en la naturaleza para dar cuenta de misterios como el origen de la vida. Pero puede que no sea así. No sabemos cómo actúa Dios. Es posible que actúe en gran medida mediante leyes que aún no entendemos. Lo que puede parecernos irracional a primera vista, puede que no lo sea cuando se entienda mejor. Además, tales “milagros” parecen ser bastante infrecuentes, de modo que, para nosotros, persiste la racionalidad habitual de la realidad aunque realmente ocurran algunos milagros.

¿Hace falta la fe para creer en Dios? Sí. Sin embargo, teniendo en cuenta todos los datos que apuntan a un Diseñador, *hace falta mucha menos fe para creer en Dios que para creer que toda la precisión, todas las complejidades y toda la significación que encontramos en el universo ocurriesen por simple casualidad.* Además, tiene que haber alguna significación en el hecho de que la Biblia, de la que se han impreso miles de millones de ejemplares, que tiene una difusión muchas veces superior a la de cualquier otro libro, sea la guía más aceptada de la humanidad para la vida. Aunque fue escrita por docenas de autores en tres continentes durante un lapso de mil quinientos años, es notable su coherencia interna. Para mí, combinar la ciencia y la Biblia da las mejores respuestas a mis preguntas más profundas.

Siempre se puede decir que un conjunto sumamente fortuito de circunstancias nos trajo a la existencia por accidente. Sin embargo, teniendo en cuenta las muchas improbabilidades que ese tipo de pensamiento conlleva, no parece que se trate de una solución razonable. Parece necesario un genio director. Cuando excluimos a Dios hay demasiados problemas que quedan sin resolver. La naturaleza sugiere un Ser de diseño y propósito, que nuestra existencia tiene un significado real. En la actualidad, la ciencia, dada su restringida perspectiva, no adopta ese punto de vista. Pero para edificar una perspectiva sólida tendríamos que estar dispuestos a evaluar alternativas, no a excluirlas. *La ciencia debería volver más hacia la apertura que tenía cuando*

*los pioneros de la ciencia moderna permitían la presencia de Dios en su panorama explicativo.*

## **Resumen**

Durante los tres primeros siglos de la ciencia moderna, Dios formaba parte de las interpretaciones de la misma. En la actualidad, las ideas de los científicos han cambiado y lo descartan. Sin embargo, muchos descubrimientos científicos recientes muestran un grado de precisión y complejidad en la naturaleza que es casi imposible de explicar tomando como única base los cambios naturales aleatorios. Especialmente notables son el perfecto ajuste de las fuerzas de la física, que tienen las constantes precisas para posibilitar un universo habitable, y las complejidades, numerosas y sumamente integradas, de los sistemas biológicos. Hay otros factores que también parecen requerir una formulación elaborada que supera con mucho lo que puede explicarse mediante incidencias naturales (Tabla 8.1). Todos los descubrimientos de este tipo apuntan a algún tipo de diseño complejo por parte de un planificador inteligente, un Ser al que nos referiríamos como Dios.

La ciencia ha descubierto a Dios. Los datos científicos indican que Dios es necesario. Con un poco de suerte, cada vez habrá más científicos que permitan que vuelva a entrar en sus interpretaciones.



# Glosario de términos especiales

**ADN:** Abreviatura habitual del ácido desoxirribonucleico, que forma las largas moléculas eslabonadas que codifican la información genética de un organismo. Las moléculas de ADN pueden tener millones de nucleótidos unidos entre sí. *Véase* Nucleótido.

**Agnóstico:** Persona que cree que las respuestas a las preguntas primordiales, como la existencia de Dios el origen del universo, etcétera, son desconocidas.

**Albedrío:** *Véase* Libre albedrío.

**Aminoácido:** Molécula orgánica simple con un grupo amino (portador de nitrógeno). Los aminoácidos se combinan para formar proteínas. Los seres vivos tienen veinte tipos diferentes de aminoácidos.

**Antrópico:** *Véase* Principio cosmológico antrópico.

**ARN:** Abreviatura habitual del ácido ribonucleico. Forma una larga cadena de ácidos nucleicos similar al ADN, pero contiene el azúcar ribosa y bases ligeramente diferentes. *Véanse* ADN; nucleótido; base (ADN, ARN).

**ARN de transferencia:** Secuencia corta de ARN que enlaza un tipo específico de aminoácido en lugar oportuno cuando los ribosomas ensamblan las proteínas.

**ARN mensajero:** El ARN que transfiere a los ribosomas la información del ADN del núcleo de una célula.

**Ateo:** Persona que cree que Dios no existe.

**Base (ADN, ARN):** Llamada también “base nucleótida”. Es una molécula con forma de anillo que contiene nitrógeno y hace el papel de parte fundamental de los nucleótidos. Estas bases forman las unidades del código genético. Los cinco tipos diferentes encontrados en el ADN y el ARN son la adenina, la guanina, la citosina, el uracilo (únicamente en el ARN) y la timina. *Véase* Nucleótido.

**Base nucleótida:** *Véanse* Base (ADN, ARN); nucleótido.

**Bastón:** Célula fotorreceptora alargada de la retina de los vertebrados sensible a la luz tenue, pero no a los diversos colores de la luz. *Véase* Cono (ojo).



**Big Bang:** Expresión inglesa que significa “Gran explosión” y que designa la explosiva singularidad especial que ocurrió al comienzo del universo, transformándolo de una mota minúscula a un cosmos en expansión.

**Cámbrico:** La división (periodo) inferior de la porción fanerozoica de la columna geológica. Es la unidad más baja con abundancia de fósiles.

**Catastrofismo:** La teoría de que fenómenos ajenos a nuestra experiencia actual de la naturaleza (grandes catástrofes) han modificado sustancialmente la corteza terrestre por medio de uno o varios acontecimientos violentos, repentinos y de corta duración de forma más o menos mundial.

**Ciclo metabólico:** Véase Ruta metabólica.

**Ciencia:** El estudio de hechos e interpretaciones de la naturaleza. Basándose en las conclusiones de la ciencia, algunos descartan la posibilidad de un Dios que actúe en la naturaleza, pero la tesis de este libro es que tal exclusión es restrictiva y puede interferir en el descubrimiento de la verdad sobre la naturaleza.

**Ciencia especulativa:** Conclusiones basadas en la conjetura, no en hechos ni datos.

**Ciencia histórica:** El tipo de ciencia que es menos objetivo y más difícil de verificar. Se refiere a menudo a acontecimientos del pasado que no pueden repetirse (de ahí el calificativo de “histórica”). La ciencia histórica se contrapone a la ciencia empírica, en la que un ensayo puede ser repetido.

**Ciencia moderna:** La ciencia de los últimos cinco siglos, caracterizada por la objetividad, la experimentación y las matemáticas. Más recientemente también ha manifestado una filosofía naturalista (materialista).

**Cladística:** Clasificación de un grupo seleccionado de organismos según similitudes, especialmente las exclusivas a ellos.

**Cladograma:** Diagrama ramificado, basado en la cladística, que ilustra las similitudes y las diferencias dentro de un grupo de organismos. Muchos científicos consideran que un cladograma representa cambios evolutivos.

**Clase (clasificación):** Véase Clasificación de organismos.

**Clasificación de organismos:** Los biólogos emplean a menudo el siguiente sistema jerárquico para la clasificación de organismos. Cada categoría por debajo de la primera es una subdivisión de la que la precede.

Reino

Filo (animales) o división (plantas)

Clase

Orden

Familia

Género

## Especie

- Clima de opinión:** La opinión o punto de vista prevaleciente en un grupo social.
- Código genético:** Las 64 combinaciones de tres bases nucleótidas encontradas en el ADN (*véase* Codón) que determinan cuál de los veinte aminoácidos encontrados en los seres vivos aparecerá en una posición específica en una molécula proteínica.
- Codón:** Unidad básica del código genético. Cada codón consiste en tres bases nucleótidas y codifica un tipo de aminoácido.
- Columna geológica:** La secuencia vertical o cronológica de las capas pétreas, normalmente representada en forma de columna, estando las capas inferiores o más antiguas en el fondo, y sucediéndose las más jóvenes encima. La columna puede representar una zona localizada o la secuencia vertical combinada de todas las capas pétreas de la Tierra.
- Complejidad:** La relación entre partes que están conectadas entre sí de alguna forma. En este libro el término se usa especialmente para designar partes con dependencia mutua e incapaces de funcionar en ausencia de las demás.
- Complejidad irreducible:** Complejidad en la que los diversos componentes son todos necesarios para el debido funcionamiento. *Véase* Partes interdependientes.
- Cono (ojo):** Célula fotosensible (fotorreptora) de la retina de los vertebrados, que es sensible a luz de diferentes colores. Los conos permiten que el ojo detecte el color y proporcionan una visión nítida en condiciones de alto brillo.
- Consciencia:** La percepción personal que tenemos de nuestra propia existencia.
- Contraplaca (paleontología):** Una placa pétrea que estuvo en contacto con otra placa que contiene un fósil y presenta su imagen especular.
- Corrimiento al rojo:** El desplazamiento de las líneas de luz espectral procedente de galaxias distantes hacia el extremo rojo del espectro. Los astrónomos lo interpretan como indicación del movimiento de la galaxia alejándose del punto de observación.
- Creación:** El término tiene muchos significados. Tal como se usa en este libro, se refiere al acto específico de Dios de traer algo a la existencia; por ejemplo, el universo, la vida, la consciencia, etcétera. Para algunos usos más específicos, véanse Creación reciente; creación progresiva.
- Creación progresiva:** Idea según la cual Dios creó tipos de organismos cada vez más avanzados a lo largo de los eones.
- Creación reciente:** La idea de que Dios creó la vida hace unos miles de años, y rápidamente, en un periodo de seis días, como indica la Biblia.
- Cromosoma:** La forma filiforme comprimida del ADN que se forma durante la división celular.

**Cuanto:** Véase Teoría cuántica.

**Cuestión de Dios:** Tal como se emplea en este libro, se refiere específicamente a la cuestión de si Dios existe o no.

**Deísmo:** La creencia en algún tipo de Dios, el cual puede ser impersonal y no actuar ahora en la naturaleza.

**Deísta:** Persona que cree en el deísmo.

**Dios:** El Ser supremo, que es Creador y Sustentador del universo. Las personas tenemos muchas otras interpretaciones de Dios. Algunos creen que es las leyes de la naturaleza, o la propia naturaleza. Otros conciben varios tipos de dioses diferentes.

**Disconformidad:** Hiato significativo en las capas geológicas sedimentarias en el que las capas por encima y por debajo del mismo son paralelas entre sí y normalmente no exhiben erosión alguna, o muy poca, en la capa subyacente.

**Diseño:** El concepto de que algo ha sido creado o estructurado a propósito, en contraposición a que haya ocurrido por simple accidente o azar.

**Diseño inteligente:** El concepto de que el universo manifiesta un diseño discernible objetivamente.

**Edad Media:** Época de escasa comunicación y coordinación de la actividad intelectual en Europa durante los siglos que precedieron al periodo del resurgimiento del saber. El resurgimiento del saber, denominado Renacimiento, tuvo lugar entre los siglos XIV y XVI. La ciencia moderna vino a continuación.

**Electrón:** Diminuta partícula subatómica encontrada fuera del núcleo de los átomos dotada de carga eléctrica negativa.

**Elitismo:** Consciencia o sensación de ser el mejor o de ser superior con respecto a un grupo mayor.

**Enzimas:** Moléculas proteínicas en los seres vivos que promueven cambios en otras moléculas sin que ellas mismas resulten alteradas o destruidas.

**Equilibrio puntuado:** Modelo evolutivo que postula que las especies normalmente existen durante prolongados periodos sin modificación, pero ocasionalmente son “puntuadas” con breves periodos de cambio rápido.

**Especie (clasificación):** Organismos similares que se cruzan realmente, o que pueden hacerlo de forma potencial, para reproducirse. Véase Clasificación de organismos.

**Eugenesia:** La ciencia de mejorar la raza humana, o razas de animales, controlando o eliminando la reproducción de individuos que tienen características indeseables.

**Evolución:** El desarrollo gradual de lo simple a lo complejo. El término designa generalmente el desarrollo de la vida a partir de organismos simples hasta los más

avanzados; *véanse* Macroevolución; microevolución. Los científicos también usan el término para el origen de la vida (*véase* Evolución química) y para el desarrollo gradual del universo, etcétera. Normalmente, el término implica que no estuvo involucrado dios alguno; sin embargo, *véase* Evolución teísta.

**Evolución naturalista:** La evolución que excluye a Dios, en contraposición con la evolución teísta, que contempla la presencia de Dios cuando se necesita.

**Evolución química:** Los cambios químicos que se postula que tuvieron lugar en la Tierra primitiva, los cuales produjeron la primera forma de vida.

**Evolución teísta:** Evolución que incluye la actividad de Dios, especialmente como ayuda en los problemas más difíciles, como el origen de la vida y la explosión Cámbrica.

**Explosión cámbrica:** Expresión empleada para describir el hecho de que según se asciende por las capas geológicas, la mayoría de los filos animales fósiles aparecen de repente y plenamente formados en el Cámbrico. La expresión se refiere a lo que los evolucionistas consideran que es un fenómeno “explosivo” de evolución rápida.

**Familia (clasificación):** *Véase* Clasificación de organismos.

**Fanerozoico:** Porción de la columna geológica por encima del Precámbrico. La más baja de sus unidades fundamentales es el Cámbrico. A diferencia del Precámbrico, el Fanerozoico tiene abundantes fósiles de organismos de gran tamaño.

**Filo (clasificación):** *Véase* Clasificación de organismos.

**Fotorreceptor:** Parte de una célula, célula u órgano que detecta la luz. En el caso del ojo de los vertebrados, los bastones y los conos son células que detectan la luz.

**Fuerza de voluntad:** *Véase* Voluntad.

**Gen:** La unidad básica de herencia biológica que controla una característica específica. También, la secuencia de bases nucleótidas en el ADN que codifica una proteína, o la transcripción de esa información.

**Generación espontánea:** El concepto de que los seres vivos surgen de la materia inerte.

**Género (clasificación):** *Véase* Clasificación de organismos.

**Gran explosión:** *Véase* Big Bang.

**Innato y adquirido:** Expresión empleada para designar el conflicto en cuanto a la importancia relativa de lo heredado (la naturaleza, los genes) y lo adquirido (lo aprendido, el entorno cultural) en la conformación de los individuos y la sociedad.

**Invertebrados:** Animales que carecen de columna vertebral. Algunos ejemplos son: esponjas, gusanos, estrellas de mar, caracoles y calamares.

**Isómero:** Una o más moléculas que tienen el mismo tipo y el mismo número de átomos, pero en las que la disposición espacial de los átomos es diferente.

**Isómeros ópticos:** Isómeros que son imágenes especulares el uno del otro y que rotan el plano de vibración de la luz polarizada en direcciones opuestas. *Véase* Isómero.

**Laicista:** Que rechaza la religión o las creencias religiosas. *Véase también* Secular.

**Libre albedrío:** La capacidad de actuar según las propias elecciones.

**Macroevolución:** Los grandes cambios evolutivos propuestos que se supone que se dieron en los organismos entre los niveles de clasificación más elevados, como entre familias, órdenes, clases, filos, etcétera. *Véase* Microevolución.

**Materialista:** *Véase* Perspectiva materialista.

**Mecánica cuántica:** *Véase* Teoría cuántica.

**Mecanicista:** *Véase* Perspectiva mecanicista.

**Mensajero:** *Véase* ARN mensajero.

**Microevolución:** Cambios secundarios heredados en organismos en torno al nivel clasificatorio de especie. *Véase* Macroevolución.

**Mutación:** Cambio más o menos permanente en la fórmula del ADN de una célula. Incluye cambios en las bases nucleótidas, desplazamientos en la posición de los genes, supresión o duplicación de genes y transferencia a la célula de secuencias foráneas.

**Naturalista:** *Véase* Perspectiva naturalista.

**Neocatastrofismo:** Término empleado para designar el nuevo tipo de catastrofismo, que sugiere varias catástrofes importantes durante prolongadas eras geológicas, en contraposición con el catastrofismo clásico, que considera que el diluvio de Noé fue un acontecimiento importante.

**Neutrón:** Una de las principales partículas subatómicas encontrada en el núcleo de los átomos. Ligeramente mayor que un protón. Carece de carga eléctrica.

**Nova:** *Véase* Supernova.

**Nucleótido:** Unidad básica de las largas moléculas de ADN y ARN. Un nucleótido consta de una base, un fosfato y una molécula de azúcar.

**Orden (clasificación):** *Véase* Clasificación de organismos.

**Paleontólogo:** Persona que se especializa en el estudio de los fósiles.

**Paraconformidad:** Hiato significativo en las capas geológicas sedimentarias en el que las capas por encima y por debajo del hiato son paralelas entre sí y el hiato está representado por un contacto predominantemente plano o no es visible.

**Paradigma:** Idea generalmente aceptada que, por un tiempo, proporciona un campo para la investigación y sugiere soluciones a una comunidad de profesionales.

**Partes interdependientes:** Partes de sistemas complejos, como las halladas en los átomos o los ojos, en los que las subunidades tienen dependencias mutuas para funcionar debidamente. *Véase* Complejidad irreducible.

**Partículas subatómicas:** Bloques subunitarios con los que se construyen los átomos. Por ejemplo: electrones, protones, neutrones, quarks, etcétera.

**Perspectiva materialista:** Punto de vista filosófico según el cual la materia es cuanto existe en la realidad. Es muy similar a la perspectiva mecanicista y a la perspectiva naturalista.

**Perspectiva mecanicista:** Punto de vista filosófico según el cual toda la realidad consiste en materia y movimiento. No hay Dios. Es muy similar a la perspectiva materialista y a la perspectiva naturalista.

**Perspectiva naturalista:** Punto de vista filosófico que contempla únicamente fenómenos naturales, excluyendo por ende que lo sobrenatural forme parte de la realidad. Al no reconocer a Dios, es muy similar a la perspectiva materialista y a la perspectiva mecanicista.

**Precámbrico:** Porción de la columna geológica por debajo del Fanerozoico. Está inmediatamente debajo del Cámbrico, la más baja de las unidades fundamentales del Fanerozoico. El Precámbrico, a diferencia del Fanerozoico, tiene pocos fósiles, y los que hay consisten fundamentalmente en organismos microscópicos.

**Principio cosmológico antrópico:** El concepto de que la vida inteligente puede encontrarse a sí misma únicamente donde las condiciones le puedan dar cabida. Los científicos han propuesto varias versiones del concepto.

**Proteínas:** Grandes moléculas orgánicas compuestas, a veces, de cientos de aminoácidos. Los seres vivos albergan de cientos a muchos miles de proteínas de distintos tipos.

**Protón:** Una de las principales partículas subatómicas encontrada en el núcleo de los átomos. Ligeramente menor que un neutrón. Está dotada de una carga eléctrica positiva.

**Punto de vista:** *Véase* Perspectiva.

**Quarks:** Diminutas partículas subatómicas que se ha propuesto que forman parte de las partículas subatómicas mayores, como los neutrones o los protones.

**Racional:** La característica de estar basado en la razón, de ser sensato y estar cuerdo, es decir, no ser necio o absurdo.

**Reino (clasificación):** *Véase* Clasificación de organismos.

**Relatividad:** Teoría de la física que reconoce el carácter universal de la luz y la relación relativa de espacio y tiempo, etcétera, con respecto al movimiento del observador.

**Religión:** Creencia en un ser o seres personales superiores dignos de obediencia y adoración. Aunque existen muchas otras definiciones, la dada aquí es la interpretación habitual y la empleada en este libro. A veces se entiende que la religión es algo a lo que uno está entregado, por ejemplo a principios de moralidad, o incluso a una idea secular, como la ciencia.

**Renacimiento:** Periodo de la historia europea durante los siglos XV y XVI, en el que, después de la Edad Media, se dio un resurgimiento del arte y la literatura. La Reforma y la ciencia moderna lo acompañaron y lo sucedieron.

**Resonancia (mecánica cuántica):** Combinación de factores (niveles y objetivos energéticos) que favorecen una reacción nuclear concreta.

**Ribosomas:** Partículas complejas en el interior de las células compuestas de diversas proteínas y ARN. Ensamblan aminoácidos y forman proteínas según la fórmula procedente del ADN.

**Rojo:** Véase Corrimiento al rojo.

**Ruta metabólica:** La serie de pasos secuenciales seguidos en un proceso bioquímico cuando las enzimas cambian gradualmente una molécula para producir un producto final que se necesita. También conocido como ciclo metabólico y vía metabólica.

**Secular:** Carente de toda relación con la religión. Véase también Laicista.

**Selección natural:** Proceso mediante el cual los organismos más aptos sobreviven a expensas de los menos aptos debido a la competición entre los organismos o la adaptación al entorno. Véase Supervivencia del más apto.

**Selección parental:** La proposición según la cual mediante el sacrificio de la propia vida para salvar la vida de varios parientes cercanos se puede conservar el propio tipo de genes, porque los parientes tienden a tener genes similares.

**Sociobiología:** Estudio de la evolución del comportamiento social de los animales, incluidos los seres humanos.

**Sopa orgánica:** El fluido de tipo caldoso que se ha postulado que existió en la Tierra primitiva y que contenía diversos compuestos orgánicos que acabaron produciendo la primera forma de vida.

**Subatómico:** Véase Partículas subatómicas.

**Supernova:** Estrella que estalla súbitamente, mostrando temporalmente un enorme brillo.

**Supervivencia del más apto:** Concepto según el cual los organismos que son superiores o que son los mejor adaptados a su entorno sobreviven a expensas de los inferiores durante periodos de tensión o de competición. Véase Selección natural.

**Teoría cuántica:** Llamada también mecánica cuántica. La teoría es especialmente significativa en el ámbito atómico e incluye conceptos como que la energía se

presenta en unidades diferenciadas y que algunas interacciones atómicas y subatómicas son predecibles solo estadísticamente.

**Teoría de la relatividad:** Véase Relatividad.

**Transferencia:** Véase ARN de transferencia.

**Uniformismo:** Concepto según el cual los procesos geológicos del pasado no diferían en intensidad y clase de lo que observamos en la actualidad en la Tierra. Se expresa a veces con la frase «el presente es la clave del pasado». Véase Catastrofismo.

**Verdad:** Lo que existe realmente; la realidad; la ausencia de error. A veces se usa la expresión “verdad última” para describir la verdad absoluta, en contraposición a lo que se crea o acepta como verdad en el ámbito personal, pero que puede estar en el error. En este libro, a no ser que se indique lo contrario, usamos el término ‘verdad’ en el sentido de realidad suprema.

**Vertebrados:** Animales con columna vertebral. Incluyen los peces, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos.

**Vía metabólica:** Véase Ruta metabólica.

**Voluntad:** El control del comportamiento basado en el propósito deliberado o en el pensamiento racional, en contraposición con el comportamiento impulsivo o el comportamiento desencadenado por factores, genéticos o de otro tipo, ajenos al control de la persona.





# Bibliografía

<http://www.answersingenesis.org>.

<http://www.atheists.org/flash.line/evol10.htm>.

<http://www.cbsnews.com/stories/2005/05/09/national/main693896.shtml>.

<http://www.gallup.com/poll/content/default.aspx?ci=1942>.

[http://www.geocities.com/evolvedthinking/evolution\\_of\\_the\\_eye.htm](http://www.geocities.com/evolvedthinking/evolution_of_the_eye.htm).

<http://www.scientifictheology.com>.

Anónimo, “Threats on life of controversial astronomer” [Las amenazas a la vida de un astrónomo controvertido], *New Scientist* 93 (1982).

Editores, “Our friend Jove” [Nuestro amigo Júpiter], *Discover* 14/7 (1993).

Editores de *Lingua Franca*, *The Sokal hoax: The sham that shook the academy* [El engaño de Sokal: La farsa que sacudió el mundo académico] (Lincoln, Nebraska: University of Nebraska Press, 2000).

“Readers’ Forum” [Foro de los lectores], *American Association of Petroleum Geologists Explorer* 21/3 (2000).

Albritton, C. C., Jr., ed., *The fabric of geology* [La trama y la urdimbre de la geología] (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co., Inc., 1963).

Alcock, J., *The triumph of sociobiology* [El triunfo de la sociobiología] (Oxford: Oxford University Press, 2001).

Allen, J. E., Burns, M., y Sargent, S. C., *Cataclysm on the Columbia: A layman’s guide to the features produced by the catastrophic Bretz floods in the Pacific Northwest* [El cataclismo del Columbia: Guía del lego sobre los rasgos del terreno producidos por las catastróficas inundaciones de Bretz en la costa pacífica noroccidental], *Scenic trips to the Northwest’s geologic past*, N° 2 (Portland, Oregón: Timber Press, 1986).

Álvarez, Luis, et al., “Extraterrestrial causes for the Cretaceous-Tertiary extinction: Experimental results and theoretical interpretations” [Causas extraterrestres de la extinción del Cretácico-Terciario: Resultados experimentales e interpretaciones teóricas], *Science* 208 (1980).

Amabile-Cuevas, C. F., “New antibiotics and new resistance” [Antibióticos nuevos y nueva resistencia], *American Scientist* 91 (2003).

- Anderson, K. L., "Is bacterial resistance to antibiotics an appropriate example of evolutionary change?" [¿Es la resistencia bacteriana a los antibióticos un ejemplo apropiado de cambio evolutivo?], *Creation Research Society Quarterly* 41 (2005).
- Arp, H., *Seeing red: Redshifts, cosmology and academic science* [Verlo todo rojo: Los corrimientos al rojo, la cosmología y la ciencia académica] (Montreal: Apeiron, 1998).
- Ashton, J. F., ed., *In six days: Why 50 scientists choose to believe in creation* [En seis días: Por qué 50 científicos escogen creer en la creación] (Sidney, Australia: New Holland Publishers Pty, Ltd., 1999).
- , ed., *The God factor: 50 scientists and academics explain why they believe in God* [El factor Dios: Cincuenta científicos y académicos explican por qué creen en Dios] (Sidney: Thorsons, Harper Collins Publishers, Australia, 2001).
- Ayala, Francisco J., "On the virtues and pitfalls of the molecular evolutionary clock" [De las virtudes y los defectos del reloj molecular evolutivo], *Journal of Heredity* 77 (1986).
- , "Teaching science in the schools" [La enseñanza de la ciencia en las escuelas], *American Scientist* 92 (2004).
- , "The mechanism of evolution" [El mecanismo de la evolución], *Scientific American* 239/3 (1978).
- , "Vagaries of the molecular clock" [Caprichos del reloj molecular], *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94 (1997).
- Baker, V. R., ed., *Catastrophic flooding: The origin of the Channeled Scabland* [Inundación catastrófica: El origen de la *Channeled Scabland*]. Benchmark Papers in Geology 55 (Stroudsburg, Pensilvania: Dowden, Hutchinson, and Ross, 1981).
- Baldwin, J. T., "The argument from sufficient initial system organization as a continuing challenge to the Darwinian rate and method of transitional evolution" [El argumento derivado de la organización suficiente del sistema inicial como reto continuo a la velocidad y al procedimiento darwinistas de la evolución transitoria], *Christian Scholar's Review* 24 (1995).
- Barber, Bernard, "Resistance by scientists to scientific discovery" [La resistencia al descubrimiento científico por parte de los científicos], *Science* 134 (1961).
- Barrett, E. C., y Fisher, D., eds. *Scientists who believe: 21 tell their own stories* [Científicos que creen: Veintiuno cuentan su propia historia] (Chicago: Moody Press, 1984).
- Barrow, J. D., *Teorías del todo. Hacia una explicación fundamental del universo* (Barcelona: Crítica, 1994).
- y Tipler, F. J., *The anthropic cosmological principle* [El principio cosmológico antrópico] (Oxford: Oxford University Press, 1986).
- Bailey, E., *Charles Lyell* (Garden City, Nueva York: Doubleday and Co., Inc., 1963).
- Beardsley, T., "Mutations galore: Humans have high mutation rates. But why worry?" [Mutaciones a mansalva: Los humanos tenemos tasas de mutación elevadas. Pero, ¿por qué preocuparse?], *Scientific American* 280/4 (1999).
- Beckwith, J., "Triumphalism in science" [El triunfalismo en la ciencia], *American Scientist* 89 (2001).

- Bednekoff, P. A., "Mutualism among safe, selfish sentinels: A dynamic game" [Mutualismo entre centinelas seguros y egoístas: Juego dinámico], *The American Naturalist* 150 (1997).
- Michael J. Behe, *La caja negra de Darwin: El reto de la bioquímica a la evolución* (Barcelona, Buenos Aires, México DF, Santiago de Chile: Andrés Bello; 1999).
- , *The edge of evolution: The search for the limits of Darwinism* [El borde de la evolución: La búsqueda de los límites del darwinismo] (Nueva York: Free Press, 2007).
- Benton, M. J., *Paleontología y evolución de los vertebrados* (Lleida: Perflis, 1995).
- Bernstein, M. P., et al., "Racemic amino acids from the ultraviolet photolysis of interstellar ice analogues" [Los aminoácidos racémicos resultantes de la fotólisis ultravioleta de los análogos de hielo interestelar], *Nature* 416 (2002).
- Blattner, F. R. et al., *The complete genome sequence of Escherichia coli K-12* [Secuencia completa del genoma de *Escherichia coli* K-12], *Science* 277 (1997).
- Boslough, J., *Stephen Hawking's universe* [El universo de Stephen Hawking] (Nueva York: William Morrow and Co., 1985).
- Bowring, S. A., et al., "Calibrating rates of early Cambrian evolution" [Calibración de las primeras fases de la evolución cámbrica], *Science* 261 (1993).
- y Erwin, D. H., "A new look at evolutionary rates in deep time: Uniting paleontology and high-precision geochronology" [Repaso de los ritmos evolutivos en el tiempo profundo: La conjunción de la paleontología y la geocronología de alta precisión], *GSA Today* 8/9 (1998).
- Bradley, W. L., y Thaxton, C. B., "Information and the origin of life" [La información y el origen de la vida], en J. P. Moreland, ed., *The creation hypothesis: Scientific evidence for an intelligent designer* [La hipótesis de la creación: Evidencia científica de un diseñador inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1994).
- Branscomb, L. M., "Integrity in science" [La integridad en la ciencia], *American Scientist* 73 (1985).
- Brewster, D., *Memoirs of the life, writings, and discoveries of Sir Isaac Newton* [Memorias de la vida, los escritos y los descubrimientos de Sir Isaac Newton], tomo 2. Reimpreso de la edición de Edimburgo (1885) (Nueva York: Johnson Reprint Corp., 1965).
- Brett, C. E., "A slice of the 'layer cake': The paradox of 'frosting continuity'" [Un pedazo del "pastel estratificado": La paradoja de la "continuidad glaseada"], *Palaos* 15 (2000).
- Bretz, J. Harlen, "Glacial drainage on the Columbia Plateau" [Drenaje glacial de la meseta de Columbia], *Geological Society of America Bulletin* 34 (1923).
- , "Introduction" [Introducción] (1978), en V. R. Baker, ed., *Catastrophic flooding: The origin of the Channeled Scabland* [Inundación catastrófica: El origen de la *Channeled Scabland*]. Benchmark Papers in Geology 55 (Stroudsburg, Pensilvania: Dowden, Hutchinson, and Ross, 1981).
- , "The Channeled Scablands of the Columbia Plateau" [Las rocas peladas por el flujo de cauces de la meseta de Columbia], *Journal of Geology* 31 (1923).
- , "The Lake Missoula floods and the Channeled Scabland" [Las inundaciones del lago Missoula y la *Channeled Scabland*], *Journal of Geology* 77 (1969).

- , Smith, H. T. U. y Neff, G. E., “Channeled Scabland of Washington: New data and interpretations” [La *Channeled Scabland* de Washington: Nuevos datos e interpretaciones], *Bulletin of the Geological Society of America* 67 (1956).
- Brown, A., *The Darwin wars: The scientific battle for the soul of man* [Las guerras de Darwin: La batalla científica por el alma del hombre] (Londres: Touchstone, 1999).
- Brown, D., “Quiet agenda puts science on defense: Creation debate evolves into politics” [La agenda subrepticia pone a la ciencia a la defensiva: El debate sobre la creación evoluciona en política], *American Association of Petroleum Geologists Explorer* 21/1 (2000).
- Brown, J. R., *Who rules in science: An opinionated guide to the wars* [¿Quién rige la ciencia? Guía obstinada para las guerras] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2001).
- Brownlee, C., “Trash to treasure: Junk DNA influences eggs, early embryos” [Basura preciada: El ADN basura influye en los huevos y en la primera fase de los embriones], *Science News* 166 (2004).
- Brush, A. H., “On the origin of feathers” [Del origen de las plumas], *Journal of Evolutionary Biology* 9 (1996).
- Burkhardt, F., et al., eds., *The correspondence of Charles Darwin* [La correspondencia de Charles Darwin], tomo 11, 1863 (Cambridge: Cambridge University Press, 1863, 1999).
- Campbell, J. A. y Meyer, S. C., eds., *Darwinism, design, and public education* [Darwinismo, diseño y educación pública] (East Lansing, Michigan: Michigan State University Press, 2003).
- Carr, B. J. y Rees, M. J., “The anthropic principle and the structure of the physical world” [El principio antrópico y la estructura del mundo físico], *Nature* 278 (1979).
- Carroll, Robert L., *Patterns and processes of vertebrate evolution* [Patrones y procesos de la evolución vertebrada] (Cambridge: Cambridge University Press, 1997).
- Carroll, S. B., *Endless forms most beautiful: The new science of evo devo and the making of the animal kingdom* [Formas bellísimas inagotables: La nueva ciencia de *evo devo* y la creación del reino animal] (Nueva York: W. W. Norton and Co., 2005).
- Carter, B., “Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology” [Las coincidencias de los números grandes y el principio antrópico] (1974), reimpreso en J. Leslie, ed., *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1998).
- Chadwick, A. V., “Of dinosaurs and men” [De dinosaurios y hombres], *Origins* 14 (1987).
- Chambers, Paul, *Bones of contention: The Archaeopteryx scandals* [Los huesos de la discordia: Los escándalos del arqueópteryx] (Londres: John Murray, 2002).
- Charig, A. J., et al., “*Archaeopteryx* is not a forgery” [El arqueópteryx no es una falsificación], *Science* 232 (1986).
- Chauvin, R., *Dieu des fourmis, Dieu des étoiles* (París: France Loisirs, 1989). Disponible en español como *Dios de las hormigas, Dios de las estrellas* (Madrid: Edaf, 1990).
- Chen, H., et al., “H5N1 virus outbreak in migratory waterfowl” [Brote del virus H5N1 en aves acuáticas migratorias], *Nature* 436 (2005).

- Chen, P., Dong, Z., y Zhen, S., “An exceptionally well-preserved theropod dinosaur from the Yixian Formation of China” [Dinosaurio terópodo excepcionalmente bien conservado encontrado en la Formación de Yixian en China], *Nature* 391 (1998).
- Christianson, G. E., *In the presence of the Creator: Isaac Newton and his times* [En presencia del Creador: Isaac Newton y su tiempo] (Nueva York: Macmillan, Inc., 1984).
- Clague, J. J., et al., “Paleomagnetic and tephra evidence for tens of Missoula floods in southern Washington” [Evidencia paleomagnética y de la tefra para decenas de desbordamientos del lago Missoula en la parte meridional de Washington], *Geology* 31 (2003).
- Clark, H. W., *The new diluvialism* [El nuevo diluvialismo] (Angwin, California: Science Publications, 1946).
- Clarkson, E. N. K. y Levi-Setti, R., “Trilobite eyes and the optics of Descartes and Huygens” [Los ojos de los trilobites y la óptica de Descartes y Huygens], *Nature* 254 (1975).
- Clausen, V. E., “Recent debate over Archaeopteryx” [El reciente debate sobre el arqueópteryx], *Origins* 13 (1986).
- Clayton, P., y Schall, J., eds., *Practicing science, living faith: Interviews with 12 leading scientists* [Practicar la ciencia y vivir la fe: Doce entrevistas a científicos de primera fila] (Nueva York: Columbia University Press, 2007).
- Cleland, C. E., “Historical science, experimental science, and the scientific method” [Ciencia histórica, ciencia empírica y el método científico], *Geology* 29/11 (2001).
- Clendening, L., *The romance of medicine: Behind the doctor* [Grandes momentos de la medicina: Tras el médico] (Garden City, Nueva York: Garden City Pub. Co., Inc., 1933).
- Cloud, P., ed., *Adventures in earth history* [Aventuras en la historia terrestre] (San Francisco, California: W. H. Freeman and Co., 1970).
- Clutton-Brock, T. H., et al., “Effects of helpers on juvenile development and survival in meerkats” [Efectos de los ayudantes sobre el desarrollo juvenil y la supervivencia entre las suricatas], *Science* 293 (2001).
- , et al., “Selfish sentinels in cooperative mammals” [Centinelas egoístas en los mamíferos cooperativos], *Science* 284 (1999).
- Cohen, I. B., *Revolución en la ciencia* (Barcelona: Gedisa, 1989).
- Cohn, N., *Noah's flood: The Genesis story in Western thought* [El diluvio de Noé: El relato del Génesis en el pensamiento occidental] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1996).
- Collingwood, R. G., *An essay on metaphysics* [Ensayo sobre metafísica] (Oxford: Clarendon Press, 1940).
- Collins, Francis S., Weiss, L., y Hudson, K., “Heredity and humanity” [Herencia y humanidad], *The New Republic* 224/26 (2001).
- Collins, H., y Pinch, T., *El golem: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia* (Barcelona: Crítica, 1996).
- , *The golem at large: What you should know about technology* [El golem anda suelto: Lo que usted debería saber sobre la tecnología] (Cambridge: Cambridge University Press, 1998).

- Copley, J., "Proof of life" [Fe de vida], *New Scientist* 177 (2003).
- Cowen, R., *History of life* [Historia de la vida], 3ª ed. (Malden, Massachusetts y Oxford: Blackwell Science, 2000).
- , "Moonopolies: The solar system's outer planets host a multitude of irregular satellites" [Lunopolios: Los planetas exteriores del sistema solar albergan una multitud de satélites irregulares], *Science News* 164 (2003).
- Francis Crick, *Life itself: Its origin and nature* [La vida misma: Su origen y naturaleza] (Nueva York: Simon and Schuster, 1981).
- , *Qué loco propósito: una visión personal del descubrimiento científico* (Barcelona: Tusquets, 2008).
- Cronly-Dillon, J. R., y Gregory, R. L., eds. *Evolution of the eye and visual system* [La evolución del ojo y del sistema visual] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991).
- Czerkas, Stephen J., ed. *Feathered dinosaurs and the origin of flight* [Los dinosaurios con plumas y el origen del vuelo] (Blanding, Utah: The Dinosaur Museum, 2002).
- D'Costa, V. M., et al., "Sampling antibiotic resistance" [Muestreo de la resistencia a los antibióticos], *Science* 311 (2006).
- Dalton, R., "Feathers fly in Beijing" [Vuelan plumas en Pekín], *Nature* 405 (2000).
- Dampier, W. C., *A history of science and its relation with philosophy and religion* [Historia de la ciencia y su relación con la filosofía y la religión], 4ª ed. (Nueva York: Macmillan Co., 1949).
- Darwin, Charles, *El origen de las especies*, trad. Antonio de Zulueta (Madrid: Espasa Calpe, 1998).
- Darwin, F., ed., *The life and letters of Charles Darwin* [Vida y cartas de Charles Darwin], tomos II y III (Londres: John Murray, 1888), reimpresión de la edición original (Honolulu, Hawái: University Press of the Pacific, 2001).
- , ed., *More letters of Charles Darwin: A record of his work in a series of hitherto unpublished letters* [Más cartas de Charles Darwin: Historial de su tarea en una serie de cartas inéditas hasta ahora], tomo 1 (Nueva York: D. Appleton and Co., 1903).
- Davies, Paul C. W., *God and the new physics* [Dios y la nueva física] (Nueva York: Simon and Schuster, 1983).
- , *The accidental universe* [El universo accidental] (Cambridge: Cambridge University Press, 1982).
- , *Superforce: The search for a grand unified theory of nature* [Superfuerza: La búsqueda de una teoría unificada global de la naturaleza] (Nueva York: Simon and Schuster, 1984).
- , *The cosmic blueprint: New discoveries in nature's creative ability to order the universe* [El anteproyecto cósmico: Nuevos descubrimientos de la capacidad creadora de la naturaleza para ordenar el universo] (Nueva York: Touchstone, 1989).
- , *The mind of God: the scientific basis for a rational world* (Nueva York: Simon & Schuster, 1992). Existe en español con el título *La mente de Dios: La base científica para un mundo racional* (Madrid: McGraw-Hill, 2006).
- Richard Dawkins, *El gen egoísta* (Barcelona: Salvat, 2000).

- , *El relojero ciego* (Barcelona: RBA, 1993).
- , “Sadly, an honest creationist” [Tristemente, un creacionista honesto], *Free Inquiry* 21/4 (2000).
- , “The eye in a twinkling” [En un abrir y cerrar de ojos], *Nature* 368 (1994).
- , *The God delusion* [El espejismo de Dios] (Boston: Houghton-Mifflin Co., 2006).
- Dampier, W. C., *A history of science: And its relations with philosophy and religion* [Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión], 4ª ed. (Nueva York: Macmillan Co., y Cambridge: University Press, 1949).
- Day, William, *Genesis on planet earth: The search for life's beginning* [Génesis en el planeta Tierra: La búsqueda del inicio de la vida], 2ª ed. (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1984).
- De Duve, Christian, “The beginnings of life on earth” [Los comienzos de la vida en la Tierra], *American Scientist* 83 (1995).
- De Groot, M., “Cosmology and Genesis: The road to harmony and the need for cosmological alternatives” [Cosmología y Génesis: La vía a la armonía y la necesidad de alternativas cosmológicas], *Origins* 19 (1992).
- De Pree, C., y Axelrod, A., *The complete idiot's guide to astronomy* [Guía de astronomía para torpes] (Indianápolis, Indiana: Alpha Books, 2001).
- Dembksi, W. A., *Intelligent design: The bridge between science and theology* [Diseño inteligente: Puente entre ciencia y teología] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1999).
- , *The design revolution: Answering the toughest questions about intelligent design* [La revolución del diseño: Respuestas a las preguntas más difíciles sobre el diseño inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 2004).
- , ed., *Mere creation: Science, faith, and intelligent design* [Mera creación: Ciencia, fe y diseño inteligente] (Downer's Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1998).
- Dennis, C., “A forage in the junkyard” [Forraje en el desguace], *Nature* 420 (2002).
- Denton, Michael, *Evolution: A theory in crisis* [La evolución, teoría en crisis] (Londres: Burnett Books Limited, y Bethesda, Maryland: Alder and Alder, 1985).
- Desmond, A. J., “Designing the dinosaur: Richard Owen's response to Robert Edmond Grant” [El diseño del dinosaurio: La respuesta de Richard Owen a Robert Edmond Grant], *ISIS* 70 (1979).
- Diamond, J., “Voyage of the overloaded ark” [El viaje del arca sobrecargada], *Discover* 6/6 (1985).
- DiSilvestro, R. L., “In quest of the origin of birds” [En busca del origen de las aves], *BioScience* 47 (1997).
- Dobb E., “What wiped out the dinosaurs?” [¿Qué acabó con los dinosaurios?], *Discover* 23/6 (2002).
- Dobzhansky, Theodosius, “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” [Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución], *The American Biology Teacher* 35 (1973).



- Draper, J. W., *History of the conflict between religion and science* [Historia del conflicto entre la religión y la ciencia], 5ª ed. (Nueva York: D. Appleton and Company, 1875).
- Du Noüy, Lecomte, *Human destiny* [El destino humano] (Nueva York: Longmans, Green, and Co., Inc., 1947).
- Duke-Elder, S., *The eye in evolution* [El ojo en evolución], tomo 1 de S. Duke-Elder S, ed. *System of Ophthalmology* [Sistema de oftalmología] (St. Louis, Misuri: C. V. Mosby Co., 1958).
- Dyson, Freeman, *Disturbing the universe* [Perturbar el universo] (Nueva York: Harper & Row Pub., Inc., 1979).
- Easterbrook, G., “Science and God: A warming trend?” [La ciencia y Dios: ¿Se inicia del deshielo?] *Science* 277 (1997).
- Eigen, M., “Self-organization of matter and the evolution of biological macromolecules” [La autoorganización de la material y la evolución de las macromoléculas biológicas], *Die Naturwissenschaften* 58 (1971).
- Einstein, Albert, *Out of my later years* [De mis últimos años] (Nueva York: Philosophical Library, 1950).
- Eldredge, N., *The triumph of evolution and the failure of creationism* [El triunfo de la evolución y el fracaso del creacionismo] (Nueva York: W. H. Freeman and Co., 2000).
- Emberger, G., “Theological and scientific explanations for the origin and purpose of natural evil” [Explicaciones teológicas y científicas del origen y el propósito del mal natural], *Perspectives on Science and Christian Faith* 46/3 (1994).
- Farley, J., *The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin* [La disputa sobre la generación espontánea desde Descartes a Oparin] (Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1977).
- Feduccia, A., “1,2,3 = 2,3,4: Accommodating the cladogram” [1,2,3 = 2,3,4: El apaño del cladograma], *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)* 96 (1999).
- Flew, Antony, y Habermas, G. R., “My pilgrimage from atheism to theism: A discussion between Antony Flew and Gary Habermas” [Mi peregrinaje del ateísmo al teísmo: Un debate entre Antony Flew y Gary Habermas], *Philosophia Christi* 6/2 (2004).
- , y Varghese, R. A., *There is a God: How the world's most notorious atheist changed his mind* [Hay un Dios: Cómo cambió de opinión el ateo más notorio del mundo] (Nueva York: Harper One, 2007).
- Foote, M., “On the probability of ancestors in the fossil record” [Sobre la probabilidad de ancestros en el registro fósil], *Paleobiology* 22/2 (1996).
- Forman, P., “Truth and objectivity, part 1: irony; part 2: trust” [Verdad y objetividad, parte 1: ironía; parte 2: confianza], *Science* 269 (1995).
- Fortey, R. A., Briggs, D. E. G., y Wills, M. A., “The Cambrian evolutionary ‘explosion’: Decoupling cladogenesis from morphological disparity” [La “explosión” evolutiva cámbrica: El desacoplamiento de la cladogénesis y la disparidad morfológica], *Biological Journal of the Linnean Society* 57 (1996).
- Fox, S. W., Harada, K., y Mueller, G., “Chemical origins of cells” [Los orígenes químicos de las células], *Chemical and Engineering News* 48/26 (1970).

- Fraser, C. M., et al., *The minimal gene complement of Mycoplasma genitalium* [El complemento genético mínimo de *Mycoplasma genitalium*], *Science* 270 (1995).
- Frazier, K., “AAAS board urges opposing ‘intelligent design’ theory in science classes” [La junta de la AAAS insta a la oposición a la teoría del “diseño inteligente” en las clases de ciencia], *Skeptical Inquirer* 27/2 (2003).
- Freeman, Derek, *Margaret Mead and Samoa: the making and unmaking of an anthropological myth* [Margaret Mead y Samoa: Construcción y destrucción de un mito antropológico] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1983).
- Fripp, J., Fripp, M., y Fripp, D., *Speaking of science: Notable quotes on science, engineering, and the environment* [Hablando de ciencia: Citas notables sobre ciencia, ingeniería y el medio ambiente] (Eagle Rock, Virginia: LLH Technology Publishing, 2000).
- Futuyma, D. J., *Evolutionary biology* [Biología evolutiva], 3ª ed. (Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., 1998).
- Gander, E. M., *On our minds: How evolutionary psychology is reshaping the nature-versus-nurture debate* [En nuestra mente: Cómo la psicología evolutiva está reorganizando el debate entre lo innato y lo adquirido] (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2003).
- Gee, H., *In search of deep time: Beyond the fossil record to a new history of life* [En busca del tiempo profundo: Más allá del registro fósil hacia una nueva historia de la vida] (Nueva York: Free Press, 1999).
- Ghiselin, M. T., *The economy of nature and the evolution of sex* [La economía de la naturaleza y la evolución del sexo] (Los Ángeles: University of California Press, 1974).
- Giberson, K. W., “Bottom-up apologist: John Polkinghorne—particle physicist, Gifford lecturer, Templeton Prize winner, and parish priest” [Apologista de los pies a la cabeza: John Polkinghorne — físico de partículas, profesor de la cátedra Gifford, laureado con el premio Templeton y párroco], *Christianity Today* 46/6 (2002).
- Giem, P. A. L., *Scientific theology* [Teología científica] (Riverside, California: La Sierra University Press, 1997).
- Gingerich, Owen, “Dare a scientist believe in design?” [¿Osa un científico creer en el diseño?], *Bulletin of the Boston Theological Institute* N° 3.2 (2004). Aparecido previamente en J. Templeton, ed., *Evidence of purpose* [Evidencia de propósito] (Nueva York: Continuum, 1994).
- Godfrey, L. R., ed., *Scientists confront creationism* [Los científicos confrontan el creacionismo] (Nueva York: W. W. Norton and Co., 1983).
- Goldsmith, T. H., “The evolution of visual pigments and colour vision” [La evolución de los pigmentos visuales y la visión cromática], en P. Gouras, ed., *The perception of colour* [La percepción del color] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991).
- Gonzales, G., y Richards, J. W., *The privileged planet: How our place in the cosmos is designed for discovery* [El planeta privilegiado: Cómo nuestro lugar en el cosmos está diseñado para el descubrimiento] (Washington, D.C.: Regnery Pub., Inc., 2004).
- Gould, Stephen J., “Dorothy, it’s really Oz” [Dorothy, es Oz. De verdad], *Time* 154/8 (1999).

- , “Is uniformitarianism useful?” [¿Es útil el uniformismo?], en P. Cloud, ed., *Adventures in earth history* [Aventuras en la historia terrestre] (San Francisco, California: W. H. Freeman and Co., 1970).
- , *La vida maravillosa: Burgess Shale y la naturaleza de la vida* (Barcelona: Crítica, 2006).
- , “Mind and supermind” [Mente y supermente], en J. Leslie, ed., *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1985, 1998).
- , *Rocks of ages: science and religion in the fullness of life* [Rocas de la eternidad: Ciencia y religión en la plenitud de la vida] (Nueva York: Ballantine Books, 1999, 2002).
- , *The panda’s thumb: More reflections in natural history* [El pulgar del panda: Más reflexiones sobre la historia natural] (Nueva York: W. W. Norton and Co., 1980).
- , “The persistently flat earth” [La Tierra persistentemente plana], *Natural History* 103/3 (1994).
- Gouras, P., ed., *The perception of colour* [La percepción del color] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991).
- Gray, P., “The most important people of the millennium” [Las personas más importantes del milenio], *Time* 154/27 (1999).
- Green, M., ed., *Knowing and being: Essays by Michael Polanyi* [Saber y ser: Ensayos de Michael Polanyi] (Chicago: University of Chicago Press, 1969).
- Greenstein, G., *The symbiotic universe: Life and mind in the cosmos* [El universo simbiótico: Vida y mente en el cosmos] (Nueva York: William Morrow and Co., Inc., 1988).
- Gregory, R. L., Ross, H. E., y Moray, N., “The curious eye of *Copilia*” [El curioso ojo de *Copilia*], *Nature* 201 (1964).
- Gribbin, J., y Rees, M., *Coincidencias cósmicas: materia oculta, especie humana y cosmología antrópica* (Madrid: Pirámide 1991).
- Gross, Paul R., y Levitt, N., *Higher superstition: The academic left and its quarrels with science* [Superstición superior: La izquierda académica y sus forcejeos con la ciencia] (Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1994, 1998).
- , Levitt, N. y Lewis, M. W., eds. *The flight from science and reason* [La huida de la ciencia y la razón] (Nueva York: New York Academy of Sciences, 1996).
- Halder, G., Callaerts, P. y Gehring, W. J., “Induction of ectopic eyes by targeted expression of the eyeless gene in *Drosophila*” [Inducción de ojos ectópicos mediante la expresión localizada del gen anoftálmico de la *Drosophila*], *Science* 267 (1995).
- Hall, B. G., “Evolution on a Petri dish” [La evolución en una placa de Petri], en M. K. Hecht, B. Wallace, G. T. Prance, eds., *Evolutionary Biology* [Biología evolutiva] (Nueva York: Plenum Press, 1982), tomo 15.
- Hall, B. K. y Wake, M. H., eds., *The origin and evolution of larval forms* [Origen y evolución de las formas larvarias] (San Diego, California: Academic Press, 1999).
- Hallam, A., *Great geological controversies* [Grandes disputas geológicas], 2ª ed. (Oxford: Oxford University Press, 1989).

- Hamer, D. H., *El gen de Dios: la investigación de uno de los más prestigiosos genetistas mundiales acerca de cómo la fe está determinada por nuestra biología* (Madrid: La Esfera de los Libros, 2006).
- Hanson, R. B., y Bloom, F. E., “Fending off furtive strategists” [Esquivamiento de estrategos furtivos], *Science* 285 (1999).
- Harding, A. S., *Milestones in health and medicine* [Hitos de la salud y la medicina] (Phoenix, Arizona: Oryx Press, 2000).
- Harold, F. M., *The way of the cell: Molecules, organisms and the order of life* [El camino de la célula: Moléculas, organismos y el orden de la vida] (Oxford: Oxford University Press, 2001).
- Hart, M. H., “Habitable zones about main sequence stars” [Zonas habitables en torno a estrellas de la secuencia principal], *Icarus* 37 (1979).
- Hawking, Stephen W., *A brief history of time: The updated and expanded tenth anniversary edition* (Nueva York: Bantam Books, 1996). Existe una versión española hecha a partir de una edición anterior: *Historia del tiempo*, trad. David Jou (Barcelona: Crítica, 2005).
- , *El universo en una cáscara de nuez*, trad. David Jou (Barcelona: Crítica, 2002).
- , “Is the end in sight for theoretical physics?” [¿Está a la vista el fin de la física teórica?], *Physics Bulletin* 32 (1980).
- Hayes, J. M., “The earliest memories of life on earth” [Los primeros recuerdos de la vida en la Tierra], *Nature* 384 (1996).
- Hecht, M. K., Wallace, B., y Prance, G. T., eds., *Evolutionary Biology* [Biología evolutiva] (Nueva York: Plenum Press, 1982), tomo 15.
- Heeren, F., *Show me God: What the message from space is telling us about God* [Muéstrame a Dios: Lo que nos dice de Dios el mensaje del espacio], ed. rev. (Wheeling, Illinois: Day Star Publications, 2000).
- Hellman, H., *Great feuds in science: Ten of the liveliest disputes ever* [Grandes peleas en la ciencia: Diez de las disputas más reñidas jamás libradas] (Nueva York: John Wiley and Sons, Inc., 1998).
- Hick, J., *Evil and the God of Love* [El mal y el Dios de amor], 2ª ed. (Londres: Macmillan Press, Ltd., 1977).
- Ho, M.-W., y Saunders, P., eds., *Beyond neo-Darwinism: An introduction to the new evolutionary paradigm* [Más allá del neodarwinismo: Introducción al nuevo paradigma evolutivo] (Orlando, Florida: Academic Press, 1984).
- Hofmann, H. J., “Proterozoic and selected Cambrian megascopic dubiofossils and pseudofossils” [Dubiofósiles y pseudofósiles megascópicos proterozoicos y de parte del Cámbrico], en W. J. Schopf y C. Klein, eds., *The Proterozoic biosphere: A multidisciplinary study* [La biosfera proterozoica: Estudio multidisciplinar] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).
- Hooykaas, R., *Religion and the rise of modern science* [La religión y el surgimiento de la ciencia moderna] (Grand Rapids, Michigan: William B. Eerdmans Pub. Co., 1972).
- Horgan, J., “From complexity to perplexity” [De la complejidad a la perplejidad], *Scientific American* 272/6 (1995).

- Horowitz, N. H., "On the evolution of biochemical syntheses" [Sobre la evolución de las síntesis bioquímicas], *Proceedings of the National Academy of Sciences* 31/6 (1945).
- Horvitz, L. A., *The quotable scientist: Words of wisdom from Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie, and others* [El científico citable: Palabras de sabiduría de Charles Darwin, Albert Einstein, Richard Feynman, Galileo, Marie Curie y otros] (Nueva York: McGraw-Hill, 2000).
- Hoyle, Fred, *Steady-state cosmology revisited* [Reconsideración de la cosmología del estado estacionario] (Cardiff: University College Cardiff Press, 1980).
- , "The universe: Past and present reflections" [El universo: Reflexiones pasadas y presentes], *Engineering and Science* 45/2 (1981).
- , Burbidge, G., y Narlikar, J. V., *A different approach to cosmology: From a static universe through the big bang towards reality* [Enfoque diferente de la cosmología: De un universo estático, pasando por el *Big Bang*, hacia la realidad] (Cambridge: Cambridge University Press, 2000).
- , y Wickramasinghe, N. C., *Evolution from space: A theory of cosmic creationism* [La evolución procedente del espacio: Teoría de creacionismo cósmico] (Nueva York: Simon and Schuster, 1981).
- Huff, D., *How to lie with statistics* [Cómo mentir con la estadística] (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1954).
- Hull, D. E., "Thermodynamics and kinetics of spontaneous generation" [La termodinámica y la cinética de la generación espontánea], *Nature* 186 (1960).
- Hutton, James, *Theory of the earth: With proofs and illustrations* [Teoría de la Tierra: Con pruebas e ilustraciones], tomo II (Edimburgo: s.p., 1795, reimpresso en 1959 por H. R. Engelmann [J.Cramer] and Wheldon and Wesley, Ltd.).
- Huxley, Aldous, *Ends and means* [Fines y medios] (Nueva York: Harper and Brothers, 1937).
- Huxley, Julian, *Evolution in action* [La evolución en acción] (Nueva York: Mentor Books, 1953).
- Huxley, Thomas H., *Darwiniana: Essays* [Darwiniana: Ensayos] (Nueva York: D. Appleton and Co., 1871, 1893).
- Irion, R., "RNA can't take the heat" [El ARN no da la talla], *Science* 279 (1998).
- Jaki, S. L., *Science and creation: From eternal cycles to an oscillating universe* [Ciencia y creación: De los ciclos eternos a un universo oscilante] (Nueva York: Science History Publications, 1974).
- , *The road of science and the ways to God: The Gifford lectures 1974-1975 and 1975-1976* [La autopista de la ciencia y los caminos de Dios: Conferencias Gifford de 1974-1975 y 1975-1976] (Chicago: University of Chicago Press, 1978).
- , *The Savior of science* [El Salvador de la ciencia] (Grand Rapids, Michigan: William B. Eerdmans Pub. Co., 2000).
- Jastrow, Robert, *God and the astronomers* [Dios y los astrónomos], 2ª ed. (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1992).

- Javor, G. T., "What makes a cell tick?" [¿Qué causa que una célula haga tictac?], *Origins* 25 (1998).
- Jepsen, G. L., "Riddles of the terrible lizards" [Misterios de los lagartos terribles], *American Scientist* 52 (1964).
- Johnson, P. E., *Evolution as dogma: The establishment of naturalism* [La evolución como dogma: El establecimiento del naturalismo] (Dallas, Texas: Haughton Pub. Co., 1990).
- , *Juicio a Darwin* (Madrid: Homo Legens, 2007).
- , *The wedge of truth: Splitting the foundations of naturalism* [La cuña de la verdad: La grieta en los cimientos del naturalismo] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 2000).
- Joyce, G. F., "RNA evolution and the origin of life" [La evolución del ARN y el origen de la vida], *Nature* 338 (1989).
- Judson, S., y Ritter, D. F., "Rates of regional denudation in the United States" [Tasas de denudación regional en los Estados Unidos], *Journal of Geophysical Research* 69/16 (1964).
- Jukes, T. H., "Responses of critics" [Respuestas de los críticos], en P. E. Johnson, *Evolution as dogma: The establishment of naturalism* [La evolución como dogma: El establecimiento del naturalismo] (Dallas, Texas: Haughton Pub. Co., 1990).
- Keeton, W. T., *Biological science* [Ciencia biológica] (Nueva York: W. W. Norton and Co., Inc., 1967).
- Kemp, T. S., *Fossils and evolution* [Los fósiles y la evolución] (Oxford: Oxford University Press, 1999).
- Kerr, R. A., "Reversals reveal pitfalls in spotting ancient and E.T. life" [Las inversiones revelan dificultades en la detección de vida antigua y extraterrestre], *Science* 296 (2002).
- Kitcher, P., *Vaulting ambition: Sociobiology and the quest for human nature* [Ambición apabullante: La sociobiología y la búsqueda de la naturaleza humana] (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1985).
- Kitts, David B., "Paleontology and evolutionary theory" [La paleontología y la teoría evolutiva], *Evolution* 28 (1974).
- Koertge, N., ed., *A house built on sand: Exposing postmodernist myths about science* [Una casa hecha en la arena: Desenmascaramiento de los mitos posmodernistas sobre la ciencia] (Oxford: Oxford University Press, 1998).
- Kolb, H., "How the retina works" [Cómo funciona la retina], *American Scientist* 91 (2003).
- Kuban, G. J., "Retracking those incredible man tracks" [El seguimiento de aquellas increíbles huellas humanas], *National Center for Science Education Reports* 9/4 (1989).
- Kuhn, Thomas S., *La estructura de las revoluciones científicas* (Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2001).
- Küppers, Bernd-Olaf, *Information and the origin of life* [La información y el origen de la vida], Manu Scripta A, trad. (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990).
- Lakatos, Imre, y Feyerabend, P., *For and against method* [A favor y en contra del método], M. Motterlini, ed. (Chicago: University of Chicago Press, 1999).

- Lambert, G. R., "Enzymic editing mechanism and the origin of biological information transfer" [El mecanismo enzimático de verificación y el origen de la transferencia de información biológica], *Journal of Theoretical Biology* 107 (1984).
- Larson, E. J., *Evolution: The remarkable history of a scientific theory* [La evolución: La notable historia de una teoría científica] (Nueva York: Modern Library, 2004).
- , *Summer for the gods: The Scopes trial and America's continuing debate over science and religion* [El verano para los dioses: El juicio de Scopes y el enquistado debate sobre ciencia y religión en Estados Unidos] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1997).
- , y Witham, L., "Scientists are still keeping the faith" [Los científicos siguen guardando la fe], *Nature* 386 (1997).
- , y Witham, L., "Leading scientists still reject God" [Los principales científicos aún rechazan a Dios], *Nature* 394 (1998).
- , y Witham, L., "Scientists and religion in America" [Los científicos y la religión en Norteamérica], *Scientific American* 281/3 (1999).
- Lesnski, R. E., et al., "The evolutionary origin of complex features" [El origen evolutivo de los rasgos complejos], *Nature* 423 (2003).
- Leslie, J., ed., *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1998).
- , *Universes* [Universos] (Londres: Routledge, 1989).
- Levi-Setti, R., *Trilobites*, 2ª ed. (Chicago, Illinois: University of Chicago Press, 1993).
- Lewin, R., "Extinctions and the history of life" [Las extinciones y la historia de la vida], *Science* 221 (1983).
- , *Complexity: Life at the edge of chaos* [La complejidad: La vida al borde del caos] (Nueva York: Collier Books, Macmillan Pub. Co., 1992).
- Lewis, C. S., *El problema del dolor* (Madrid: Rialp, 2004).
- Lewontin, Richard, "Billions and billions of demons" [Miles de millones de demonios], *New York Review of Books* 44/1 (1997).
- Lucas, J. R., "Wilberforce and Huxley: A legendary encounter" [Wilberforce y Huxley: Encuentro legendario], *The Historical Journal* 22/2 (1979).
- Lull, R. S., *Fossils: What they tell us of plants and animals of the past* [Los fósiles: Lo que nos dicen de las plantas y los animales del pasado] (Nueva York: The University Society, 1931, 1935).
- Lumsden, C. J., y Wilson, Edward O., *Genes, mind, and culture: The coevolutionary process* [Genes, mente y cultura: El proceso coevolutivo], (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1981).
- Lyell, K. M., ed., *Life, letters and journals of Sir Charles Lyell, Bart.* [Vida, cartas y diarios de Sir Charles Lyell, baronet], tomo 1 (Londres: John Murray, 1881).
- Løvtrup, S., *Darwinism: The refutation of a myth* [El darwinismo: Refutación de un mito] (Londres: Croom Helm, 1987).
- Manger, L. N., *A history of medicine* [Historia de la medicina] (Nueva York: Marcel Dekker, Inc., 1992).

- Manuel, Frank E., *A portrait of Isaac Newton* [Retrato de Isaac Newton] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1968).
- , *The religion of Isaac Newton* [La religión de Isaac Newton] (Oxford: Oxford University Press, 1974).
- Margenau, H., y Varghese, R. A., eds., *Cosmos, bios, theos: Scientists reflect on science, God, and the origins of the universe, life, and Homo sapiens* [Cosmos, bios, theos: Los científicos reflexionan sobre ciencia, Dios y los orígenes del universo, la vida y el *Homo sapiens*] (La Salle, Illinois: Open Court Pub. Co., 1992).
- Margulis, L., y Sagan, D., *Captando genomas: Una teoría sobre el origen de las especies* (Barcelona: Kairós, 2003).
- Martin, L. D., Zhou, Z. et al., “*Confuciusornis sanctus* compared to *Archaeopteryx lithographica*” [Comparación entre *Confuciusornis sanctus* y *Archaeopteryx lithographica*], *Naturwissenschaften* 85 (1998).
- Maximow, A. A., y Bloom, W., *A textbook of histology* [Manual de histología], 7ª ed. (Filadelfia, Pensilvania: W. B. Saunders Co., 1957).
- Maynard Smith, John, *Did Darwin get it right? [¿Acertó Darwin?]* (Nueva York: Chapman and Hall, 1988).
- , “Genes, memes, and minds” [Genes, memes y mentes], *New York Review of Books* 42/19 (1995).
- , y Warren, N., “Models of cultural and genetic change” [Modelos de cambio cultural y genético], *Evolution* 36 (1982).
- McGrath, A., *Dawkins’ God: Genes, memes, and the meaning of life* [El Dios de Dawkins: Genes, memes y el sentido de la vida] (Malden, Massachusetts: Blackwell Publishing, 2005).
- McLennan, S. M., “Weathering and global denudation” [La erosión y la denudación globales], *Journal of Geology* 101 (1993).
- Merton, R. K., *Science, technology and society in seventeenth-century England* [Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII] (Nueva York: Howard Fertig, 1970).
- Meyer, S. C., “The explanatory power of design: DNA and the origin of information” [El poder explicativo del diseño: El ADN y el origen de la información], en W. A. Dembski, ed., *Mere creation: Science, faith, and intelligent design* [Mera creación: Ciencia, fe y diseño inteligente] (Downer’s Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1998).
- , “The origin of biological information and the higher taxonomic categories” [El origen de la información biológica y de las categorías taxonómicas superiores], *Proceedings of the Biological Society of Washington* 117/2 (2004).
- , Ross, M., Nelson, P., y Chien, P., “The Cambrian explosion: biology’s big bang” [La explosión cámbrica: El *Big Bang* de la biología], en J. A. Campbell y S. C. Meyer, eds., *Darwinism, design, and public education* [Darwinismo, diseño y educación pública] (East Lansing, Michigan: Michigan State University Press, 2003).
- Midgley, M., *Evolution as a religion: Strange hopes and stranger fears* [La evolución como religión: Extrañas esperanzas y más extraños temores] (Londres: Methuen and Co., Ltd., 1985).



- Miller, D. C., "Newton and optics" [Newton y la óptica], en *The History of Science Society: Sir Isaac Newton, 1727-1927: A bicentenary evaluation of his work* [Historia de la sociedad científica: Sir Isaac Newton, 1727-1927: Evaluación de su obra en su bicentenario] (Baltimore, Maryland: Williams and Wilkins Co., 1928).
- Mojzsis, S. J., y Harrison, T. M., "Vestiges of a beginning: Clues to the emergent biosphere recorded in the oldest sedimentary rocks" [Vestigios de un comienzo: Claves de la biosfera emergente registradas en las rocas sedimentarias más antiguas], *GSA Today* 10/4 (2000).
- Moore, R., "Educational malpractice: Why do so many biology teachers endorse creationism?" [Malpraxis educativa: ¿Por qué tantos profesores de biología apoyan el creacionismo?], *Skeptical Inquirer* 25/6 (2001).
- More, L. T., *Isaac Newton: A biography* [Isaac Newton. Biografía] (Nueva York: Dover Publications, Inc., 1934).
- Moreland, J. P., ed., *The creation hypothesis: Scientific evidence for an intelligent designer* [La hipótesis de la creación: Evidencia científica de un diseñador inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1994).
- Morowitz, Harold J., *Beginnings of cellular life: Metabolism recapitulates biogenesis* [Los comienzos de la vida celular: El metabolismo recapitula la biogénesis] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1992).
- , *Energy flow in biology: Biological organization as a problem in thermal physics* [El flujo de energía en la biología: La organización biológica como problema en la física térmica] (Nueva York: Academic Press, 1968).
- Mott, N., ed., *Can scientists believe? Some examples of the attitude of scientists to religion* [¿Pueden creer los científicos? Ejemplos de la actitud de los científicos ante la religión] (Londres: James & James, 1991).
- Muñoz Caro, G. M., et al., "Amino acids from ultraviolet irradiation of interstellar ice analogues" [Los aminoácidos resultantes de la irradiación ultravioleta de los análogos de hielo interestelar], *Nature* 416 (2002).
- Nachman, M. W., y Crowell, S. L., "Estimate of the mutation rate per nucleotide in humans" [Cálculo de la tasa de mutación por nucleótido en humanos], *Genetics* 156 (2000).
- Narlikar, J. V., "Noncosmological redshifts" [Corrimientos al rojo no cosmológicos], *Space Science Reviews* 50 (1989).
- Nash, M., "When life exploded" [Cuando la vida explotó], *Time* 146/23 (1995).
- National Academy of Sciences, *Teaching about evolution and the nature of science* [La enseñanza de la evolución y la naturaleza de la ciencia] (Washington, D.C.: National Academy Press, versión de internet, 1998), capítulo 5.
- Neufeld, B., "Dinosaur tracks and giant men" [Huellas de dinosaurios y hombres gigantes], *Origins* 2 (1975).
- Neumeyer, C., "Evolution of colour vision" [La evolución de la visión cromática], en J. R. Cronly-Dillon y R. L. Gregory, eds. *Evolution of the eye and visual system* [La evolución del ojo y del sistema visual] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991).

- Newberg, A., d'Aquili, E. G., y Rause, V., *Why God won't go away: Brain science and the biology of belief* [Por qué Dios se resiste a irse: La ciencia cognitiva y la biología de la creencia] (Nueva York: Ballantine Books, 2002).
- Newell, N. D., "Paraconformities" [Paraconformidades], en C. Teichert y E. L. Yochelson, eds., *Essays in paleontology and stratigraphy* [Ensayos de paleontología y estratigrafía] (Department of Geology, University of Kansas Special Publication 2, 1967).
- Newton, Isaac, *Mathematical principles of natural philosophy and his system of the world* [Principios matemáticos de filosofía natural y su sistema del mundo], traducido al inglés en 1729 por Andrew Motte del original en latín (*Philosophiae naturalis principia mathematica*) de 1686, traducción revisada de Florian Cajori (Los Ángeles: University of California Press, 1934).
- , *Observations upon the prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John* [Observaciones sobre las profecías de Daniel y el Apocalipsis de San Juan] (Londres: J. Darby and T. Browne, 1733).
- Nilsson, Dan-E., y Pelger, Susanne, "A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve" [Cálculo pesimista del tiempo requerido para que evolucionara un ojo], *Proceedings of the Royal Society of London*, B, 256 (1994).
- Nirenberg, M., y Leder, P., "RNA codewords and protein synthesis: The effect of trinucleotides upon the binding of sRNA to ribosomes" [La codificación del ARN y la síntesis de proteínas: Efecto de los trinucleótidos en el enlace entre el ARN pequeño y los ribosomas], *Science* 145 (1964).
- Nordenskiöld, E., *The history of biology: A survey* [Historia de la biología: Vista general], traducido por L. B. Eyre del original de 1928 (Nueva York: Tudor Pub. Co., 1928, 1942).
- Norell, Mark A., "The dragons of Liaoning: A trove of feathered dinosaurs and other astounding fossil finds in northern China shakes the roots of paleontology" [Los dragones de Liaoning: Un tesoro escondido de dinosaurios con plumas y otros hallazgos fósiles asombrosos en la China septentrional sacude los cimientos de la paleontología], *Discover* 26/6 (2005).
- , y Xu, X., "Feathered dinosaurs" [Dinosaurios con plumas], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 33 (2005).
- Numbers, R. L., *The creationists* [Los creacionistas] (Nueva York: Alfred A. Knopf, 1992).
- Nummendal, D., "Clastics" [Las rocas clásticas], *Geotimes* 27/2 (1982).
- Oparin, Alexander Ivanovich, *El origen de la vida* (Madrid: Akal, 1979, 1980).
- Oreskes, N., *The rejection of continental drift: Theory and method in American earth sciences* [El rechazo de la deriva continental: Teoría y método en las ciencias terrestres en Norteamérica] (Oxford: Oxford University Press, 1999).
- , Shrader-Frechette, K., y Belitz, K., "Verification, validation, and confirmation of numerical models in the earth sciences" [Verificación, validación y confirmación de modelos numéricos en las ciencias terrestres], *Science* 263 (1994).
- Osorio, Daniel, "Eye evolution: Darwin's shudder stilled" [La evolución del ojo: El escalofrío de Darwin aquietado], *Trends in Ecology and Evolution* 9/7 (1994).

- Ostrom, J. H., "Archaeopteryx and the origin of birds" [*Archaeopteryx* y el origen de las aves], *Biological Journal of the Linnean Society* 8 (1976).
- Overman, Dean L., *A case against accident and self-organization* [Argumentación contra el accidente y la autoorganización] (Lanham, Maryland: Rowman and Littlefield Pub., Inc., 1997).
- Padian, K., "What the media don't tell you about evolution" [Lo que los medios no nos dicen sobre la evolución], *Scientific American* 282/2 (2000).
- Paley, William, *Natural theology; or, evidences of the existence and attributes of the deity* [Teología natural; o evidencias de la existencia y los atributos de la deidad], 11ª ed. (Londres: R. Faulder and Son, 1807).
- Palmer, T., *Controversy: Catastrophism and evolution, the ongoing debate* [El conflicto entre el catastrofismo y la evolución: El debate interminable] (Nueva York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999).
- Partington, A., ed., *The Oxford dictionary of quotations* [Diccionario de citas], 4ª ed. (Oxford: Oxford University Press, 1992).
- Pascal, Blaise, *Pensamientos*. Trad. X. Zubiri (Madrid: Espasa Calpe, 2000).
- Pearcey, N. R., *Total truth: Liberating Christianity from its cultural captivity* [La verdad total: La liberación del cristianismo de su cautividad cultural] (Wheaton, Illinois: Crossway Books, 2004).
- Penrose, Roger, *La nueva mente del emperador* (Madrid: Mondadori, 1991).
- Pettigrew, J. D., "Evolution of binocular vision" [La evolución de la visión binocular], en J. R. Cronly-Dillon y R. L. Gregory, eds., *Evolution of the eye and visual system* [La evolución del ojo y del sistema visual] (Boca Ratón, Florida: CRC Press, Inc., 1991).
- Pitman, S. D., "Computers and the theory of evolution" [Los ordenadores y la teoría de la evolución], <http://www.naturalselection.0catch.com/Files/computerevolution.html>.
- , "Why I believe in creation" [Por qué creo en la creación], *College and University Dialogue* 17/3 (2005).
- Planck, Max, *Scientific autobiography and other papers* [Autobiografía científica y otros trabajos], F. Gaynor, trad. (Westport, Connecticut: Greenwood Press, Pub., 1949).
- Polanyi, Michael, "Life's irreducible structure" [La estructura irreducible de la vida], *Science* 160 (1968).
- , véase M. Green, ed., *Knowing and being: Essays by Michael Polanyi* [Saber y ser: Ensayos de Michael Polanyi] (Chicago: University of Chicago Press, 1969).
- Polkinghorne, J., *Beyond science: The wider human context* [Más allá de la ciencia: El contexto humano general] (Cambridge: Cambridge University Press, 1996).
- , "God's action in the world" [La acción de Dios en el mundo], *CTNS Bulletin* 10/2 (1990).
- , *One world: The interaction of science and theology* [Un mundo: La interacción entre ciencia y teología] (Londres: SPCK, 1986).
- , *Science and creation: The search for understanding* [Ciencia y creación: En búsqueda del entendimiento] (Boston: New Science Library, 1988).

- , *Science and providence: God's interaction with the world* [Ciencia y providencia: La interacción de Dios con el mundo] (Boston: New Science Library, 1989).
- Popper, Karl, *The logic of scientific discovery* [La lógica del descubrimiento científico] (Londres: Routledge, 2002).
- Porter, R., "Hospitals and surgery" [Hospitales y cirugía], en: R. Porter, ed., *The Cambridge illustrated history of medicine* [Historia ilustrada de la medicina] (Cambridge: Cambridge University Press, 1996).
- Prothero, D. R., "The fossils say yes" [Los fósiles dicen sí], *Natural History* 114/9 (2005).
- Prum, R. O., y Brush, A. H., "Which came first, the feather or the bird?" [¿Qué fue antes: la pluma o el ave?], *Scientific American* 288/3 (2003).
- Qiang, J., et al., "Two feathered dinosaurs from northeastern China" [Dos dinosaurios plumosos procedentes de China nororiental], *Nature* 393 (1998).
- Quammen, D., "Was Darwin wrong? No. The evidence for evolution is overwhelming" [¿Se equivocó Darwin? No. Las pruebas a favor de la evolución son abrumadoras], *National Geographic* 206/5 (2004).
- Radman, M., y Wagner, R., "The high fidelity of DNA duplication" [La alta fidelidad de la duplicación del ADN], *Scientific American* 259/2 (1988).
- Ramachandran, V. S., *A brief tour of human consciousness: From impostor poodles to purple numbers* [Gira breve de la consciencia humana: De caniches impostores a números púrpura] (Nueva York: Pi Press, 2004).
- Raven, P. H., y Johnson, G. B., *Biology* [Biología], 3ª ed. (St. Louis, Misuri: Mosby-Year Book, Inc., 1992).
- Reading, H. G., "Fashions and models in sedimentology: A personal perspective" [Modas y modelos en la sedimentología: Perspectiva personal], *Sedimentology* 34 (1987).
- Rees, Martin, *Just six numbers: The deep forces that shape the universe* (Nueva York: Basic Books, 2000). Disponible traducción de Fernando Velasco, *Seis números nada más* (Madrid: Debate, 2001).
- Richardson, W. M., et al., eds., *Science and the spiritual quest: New essays by leading scientists* [La ciencia y la búsqueda espiritual: Monografías nuevas de científicos de primera fila] (Londres: Routledge, 2002).
- Ridley, M., *The problems of evolution* [Los problemas de la evolución] (Oxford: Oxford University Press, 1985).
- Rose, Hilary, y Rose, S., eds., *Alas, poor Darwin: Arguments against evolutionary psychology* [Ay pobre Darwin: argumentos contra la psicología evolutiva], (Nueva York: Harmony Books, 2000).
- Ross, Hugh, *Beyond the cosmos* [Más allá del cosmos] (Colorado Springs, Colorado: NavPress, 1996).
- , "Big bang model refined by fire" [El modelo del *Big Bang* refinado por el fuego], en W. A. Dembski, ed., *Mere creation: Science, faith and intelligent design* [Mera creación: Ciencia, fe y diseño inteligente] (Downers Grove, Illinois: InterVarsity Press, 1998).

- , *The Creator and the cosmos: How the greatest scientific discoveries of the century reveal God* [El Creador y el cosmos: Cómo los grandes descubrimientos científicos del siglo revelan a Dios], 2ª ed. (Colorado Springs, Colorado: NavPress, 1995).
- Roth, Ariel A., “Genesis and the geologic column” [El Génesis y la columna geológica], *Dialogue* 15/1(2003).
- , “Implications of paraconformities” [Implicaciones de las paraconformidades], *Geoscience Reports* N° 36 (2003).
- , *Origins: Linking science and Scripture* [Los orígenes: La vinculación de la ciencia y las Escrituras] (Hagerstown, Maryland: Review and Herald Pub. Assn., 1998).
- , “Those gaps in the sedimentary layers” [Esas discontinuidades en las capas sedimentarias], *Origins* 15 (1988).
- , “Where has the science gone?” [¿Adónde ha ido la ciencia?], *Origins* 10 (1983).
- Rothman, Tony, “A ‘what you see is what you beget’ theory” [Teoría: “Engendras lo que ves”], *Discover* 8/5 (1987).
- Ruben, J. A., et al., “Pulmonary function and metabolic physiology of theropod dinosaurs” [La función pulmonar y la fisiología metabólica de los dinosaurios terópodos], *Science* 283 (1999).
- Rowe, T., et al., “The *Archaeoraptor* forgery” [La falsificación de *Archaeoraptor*], *Nature* 410 (2001).
- Rupke, Nicolaas A., *Richard Owen: Victorian naturalist* [Richard Owen, naturalista victoriano] (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1994).
- Ruse, M., “Is evolution a secular religion?” [¿Es la evolución una religión secular?] *Science* 299 (2003).
- , *Mysteries of mysteries: Is evolution a social construction?* [Los misterios de los misterios: ¿Es la evolución una construcción social?] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1999).
- , *The evolution wars: A guide to the debates* [Las guerras de la evolución: Guía para los debates] (New Brunswick, Nueva Jersey: Rutgers University Press, 2001).
- , *The evolution-creation struggle* [La lucha entre evolución y creación] (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2005).
- Russell, Bertrand, “El culto de un hombre libre”, en *Misticismo y lógica y otros ensayos* (Barcelona: Edhasa, 2001).
- Russell, J. B., *Inventing the flat earth: Columbus and modern historians* [El invento de la Tierra plana: Colón y los historiadores modernos] (Nueva York: Praeger Publishers, 1991).
- Sagan, Carl, *El mundo y sus demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad* (Barcelona: Planeta, 1997).
- , *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana* (Barcelona: Crítica, 1993).
- Saghatelian, A., et al., “A chiroselective peptide replicator” [Un replicador quiroselectivo de péptidos], *Nature* 409 (2001).

- Salvini-Plawen, L. V., y Mayr, E., ("On the evolution of photoreceptors and eyes" [Sobre la evolución de los fotorreceptores y los ojos], *Evolutionary Biology* 10 (1977).
- Schnapp, B. J., et al., "Single microtubules from squid axoplasm support bidirectional movement of organelles" [Los microtúbulos sencillos del axoplasma del calamar permiten el movimiento de los orgánulos], *Cell* 40 (1985).
- Schopf, W. J., y Klein, C., eds., *The Proterozoic biosphere: A multidisciplinary study* [La biosfera proterozoica: Estudio multidisciplinar] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).
- Schwartz, J. H., *Sudden origins: Fossils, genes, and the emergence of species* [Orígenes repentinos: Los fósiles, los genes y el surgimiento de las especies] (Nueva York: John Wiley and Sons, Inc., 1999).
- Sedgwick, Adam (atribuido), "Objections to Mr. Darwin's theory of the origin of species" [Objeciones a la teoría del Sr. Darwin del origen de las especies], *The Spectator*, 7 de abril de 1860.
- Segerstråle, U., *Defenders of the truth: The battle for science in the sociobiology debate and beyond* [Defensores de la verdad: La batalla por la ciencia en el debate de la sociobiología y más allá] (Oxford: Oxford University Press, 2000).
- , "Science and science studies: Enemies or allies?" [La ciencia y los estudios científicos: ¿Enemigos o aliados?], en U. Segerstråle, ed. *Beyond the science wars: The missing discourse about science and society* [Más allá de las guerras de la ciencia: El discurso ausente sobre la ciencia y la sociedad] (Albany, Nueva York: State University of New York Press, 2000).
- Shapin, S., "History of science and its sociological reconstructions" [Historia de la ciencia y sus reconstrucciones sociológicas], *History of Science* 20/3 (1982).
- Shapiro, R., "Prebiotic cytosine synthesis: A critical analysis and implications for the origin of life" [Síntesis prebiótica de la citosina: Análisis crítico e implicaciones para el origen de la vida], *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (1999).
- , *Origins: A skeptic's guide to the creation of life on earth* [Los orígenes: Guía de un escéptico a la creación de la vida en la Tierra] (Nueva York: Summit Books, 1986).
- Shapley, R., et al., "Computational theories of visual perception" [Teorías computacionales de la percepción visual], en L. Spillmann y J. S. Werner, eds., *Visual perception: The neurophysiological foundations* [La percepción visual: Los fundamentos neurofisiológicos] (San Diego, California: Academic Press, Inc., 1990).
- Shaw, J., et al., "The Channeled Scabland: Back to Bretz?" [La *Channeled Scabland*: ¿Vuelta a Bretz?], *Geology* 27 (1999).
- Shermer, M., *How we believe: The search for God in an age of science* [Cómo creemos: La búsqueda de Dios en una era de ciencia] (Nueva York: W. H. Freeman and Co., 2000).
- , "The evolution wars" [Las guerras de la evolución], *Skeptic* 8/4 (2001).
- Shipman, P., "Being stalked by intelligent design" [Verse acosado por el diseño inteligente], *American Scientist* 93 (2005).
- Silk, J., *A short history of the universe* [Historia concisa del universo] (Nueva York: Scientific American Library, 1994, 1997).

- Simons, Louis M., "Archaeoraptor fossil trail" [El rastro fósil de *Archaeoraptor*], *National Geographic* 198/4 (2000).
- Simpson, George Gaylord, "Historical science" [La ciencia histórica], en C. C. Albritton, Jr., ed., *The fabric of geology* [La trama y la urdimbre de la geología] (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co., Inc., 1963).
- , *The meaning of evolution: A study of the history of life and of its significance for man* [El significado de la evolución: Estudio de la historia de la vida y de su significación para el hombre], ed. rev. (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1967).
- Simpson, S., "Questioning the oldest signs of life" [Cuestionamiento de los indicios de vida más antiguos], *Scientific American* 288/4 (2003).
- Skell, P. S., "Why do we invoke Darwin?" [¿Por qué invocamos a Darwin?], *The Scientist* 19/16 (2005).
- Sloan, C. P., *Feathered dinosaurs* [Los dinosaurios con plumas] (Washington, D.C.: National Geographic Society, 2000).
- , "Feathers for *T. rex*? New birdlike fossils are missing links in dinosaur evolution" [¿Plumas para *T. rex*? Nuevos fósiles aviares son eslabones perdidos en la evolución de los dinosaurios], *National Geographic* 196/5 (1999).
- Smith, A. B., y Peterson, K. J., "Dating the time of origin of major clades: Molecular clocks and the fossil record" [La datación del momento de origen de los clados principales: Los relojes moleculares y el registro fósil], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 30 (2002).
- Smith, Huston, *Forgotten truth: The primordial tradition* [La verdad olvidada: La tradición primordial] (Nueva York: Harper Colophon Books, 1976).
- Snow, Charles P., *The two cultures: And a second look* [Las dos culturas y una segunda mirada] (Nueva York: Mentor, 1959, 1963).
- Sokal, Alan D., "Transgressing the boundaries: Toward a transformative hermeneutics of quantum gravity" [Sobrepasar los límites: Hacia una hermenéutica transformativa de la gravedad cuántica], *Social Text* 46/47; 14/1, 2 (1996).
- , y Bricmont, J., *Imposturas intelectuales* (Barcelona: Paidós, 2008).
- Spillmann, L., y Werner, J. S., eds., *Visual perception: The neurophysiological foundations* [La percepción visual: Los fundamentos neurofisiológicos] (San Diego, California: Academic Press, Inc., 1990).
- Standish, T. G., "Rushing to judgment: Functionality in noncoding or 'junk' DNA" [Juicio precipitado: La funcionalidad del ADN "basura" o no codificante], *Origins* 53 (2002).
- Stanley, S. M., *The new evolutionary timetable: Fossils, genes, and the origin of species* [El nuevo cronograma evolutivo: Los fósiles, los genes y el origen de las especies] (Nueva York: Basic Books, Inc., Publishers, 1981).
- Stark, R., *For the glory of God: How monotheism led to reformations, science, witch hunts, and the end of slavery* [Para Gloria de Dios: Cómo el monoteísmo llevó a las reformas, a la ciencia, a las cazas de brujas y al fin de la esclavitud] (Princeton, Nueva Jersey: Princeton University Press, 2003).

- Strobel, L., *The case for a Creator: A journalist investigates scientific evidence that points toward God* [La argumentación en favor de un Creador: Un periodista investiga la evidencia científica que señala hacia Dios] (Grand Rapids, Michigan: Zondervan, 2004).
- Swinburne, R., "Argument from the fine-tuning of the universe" [El argumento derivado del ajuste preciso del universo], artículo de 1989 incluido en Leslie, *Modern cosmology and philosophy* [La cosmología moderna y la filosofía], 2ª ed. (Amherst, Nueva York: Prometheus Books, 1998).
- Taylor, G. R., *The great evolution mystery* [El gran misterio de la evolución] (Nueva York: Harper and Rowe, 1983).
- Teichert, C., y Yochelson, E. L., eds., *Essays in paleontology and stratigraphy* [Ensayos de paleontología y estratigrafía] (Department of Geology, University of Kansas Special Publication 2, 1967).
- Templeton, J., ed., *Evidence of purpose* [Evidencia de propósito] (Nueva York: Continuum, 1994).
- Thaxton, C. B., Bradley, W. L., y Olsen, R. L., *The mystery of life's origin: Reassessing current theories* [El misterio del origen de la vida: Reconsideración de las teorías actuales] (Nueva York: Philosophical Library, 1984).
- Thomson, Keith S., "Dinosaurs, the media and Andy Warhol" [Los dinosaurios, los medios de comunicación y Andy Warhol], *American Scientist* 90 (2002).
- Thorarinsson, S., *Surtsey: The new island in the North Atlantic* [Surtsey: La nueva isla del Atlántico Norte], S. Eysteinnsson, trad. (Nueva York: Viking Press, 1964).
- Thoresen, A. C., "Designed for flight" [Diseñados para el vuelo], en R. H. Utt, ed., *Creation: Nature's designs and Designer* [La creación: Los diseños y el Diseñador de la naturaleza] (Mountain View, California: Pacific Press Pub. Assn., 1971).
- Thornhill, R., y Palmer, C. T., *A natural history of rape: Biological bases of sexual coercion* [Historia natural de la violación: bases biológicas de la coerción sexual] (Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000).
- Thwaites, W. M., "An answer to Dr. Geisler—from the perspective of biology" [Respuesta al Dr. Geisler, desde la perspectiva de la biología], *Creation/Evolution* 13 (1983).
- Tipler, F. J., *La física de la inmortalidad: cosmología contemporánea, Dios y la resurrección de los muertos* (Madrid: Alianza, 1996).
- Todd, S. C., "A view from Kansas on that evolution debate" [Punto de vista desde Kansas sobre el debate en torno a la evolución], *Nature* 401 (1999).
- Towe, K. M., "Trilobite eyes: Calcified lenses *in vivo*" [Los ojos de los trilobites: Lentes calcificadas *in vivo*], *Science* 179 (1973).
- Turnbull, H. W., ed., *The correspondence of Isaac Newton* [La correspondencia de Isaac Newton], tomo III, 1688-1694 (Cambridge: Cambridge University Press, 1961).
- Utt, R. H., ed., *Creation: Nature's designs and Designer* [La creación: Los diseños y el Diseñador de la naturaleza] (Mountain View, California: Pacific Press Pub. Assn., 1971).
- Valentine, J. W., *On the origin of phyla* [El origen de los filos] (Chicago: University of Chicago Press, 2004).



- , “Prelude to the Cambrian explosion” [El preludio de la explosión cámbrica], *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 30 (2002).
- Vallery-Radot, R., *La vida de Pasteur*, versión castellana del Dr. Jorge Degiorgi (Barcelona, Buenos Aires: Juventud; 1942).
- Vawter, L., y Brown, W. M., “Nuclear and mitochondrial DNA comparisons reveal extreme rate variation in the molecular clock” [Las comparaciones del ADN nuclear y mitocondrial revelan una variación extrema de la tasa de variación del reloj molecular], *Science* 234 (1986).
- Wagner, G. P., y Gauthier, J. A., “1,2,3 = 2,3,4: A solution to the problem of the homology of the digits in the avian hand” [1,2,3 = 2,3,4: Solución al problema de la homología de los dedos del carpo aviar], *Proceedings of the National Academy of Sciences* (USA) 96 (1999).
- Wald, George, “The origin of life” [El origen de la vida], *Scientific American* 191/2 (1954).
- Walker, A. D., “New light on the origin of birds and crocodiles” [Nueva luz sobre el origen de las aves y los cocodrilos], *Nature* 237 (1972).
- Wang, D. Y.-C., Kumar, S. y Hedges, S. B., “Divergence time estimates for early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi” [Cálculos temporales de divergencia para la historia primitiva de los filos animales y el origen de las plantas, los animales y los hongos], *Proceedings of the Royal Society of London*, B, 226/1415 (1999).
- Wang, L., “Dinosaur fossil yields feathery structures” [Fósil de dinosaurio presenta estructuras plumosas], *Science News* 159 (2001).
- Ward, P. D., y Brownlee, D., *Rare earth: Why complex life is uncommon in the universe* [La extraña Tierra: Por qué la vida compleja es infrecuente en el universo] (Nueva York: Copernicus, 2000).
- Webb, J. K., et al., “Further evidence for cosmological evolution of the fine structure constant” [Prueba adicional de la evolución cosmológica de la constante de estructura fina], *Physical Review Letters* 87/9 (2001).
- Wegner, D. M., *The illusion of conscious will* [La ilusión de la voluntad consciente], (Cambridge: Bradford Books, 2002).
- Wells, J., *Icons of evolution: Science or myth? Why much of what we teach about evolution is wrong* [Iconos de la evolución: ¿Ciencia o mito? Por qué está mal gran parte de lo que enseñamos sobre evolución] (Washington, D.C.: Regnery Publishing, Inc., 2000).
- Westfall, R. S., *Never at rest: A biography of Isaac Newton* [Nunca tranquilo: Biografía de Isaac Newton] (Cambridge: Cambridge University Press, 1980).
- , *The life of Isaac Newton* [La vida de Isaac Newton] (Cambridge: Cambridge University Press, 1993).
- White, A. D., *A history of the warfare of science with theology in Christendom* [Historia de la guerra de la ciencia con la teología en la cristiandad], 2 tomos (Nueva York: Dover Publications, 1896, 1960).
- Whitehead, A. N., *Science and the modern world* [La ciencia y el mundo moderno] (Nueva York: Macmillan Co., 1925).
- Wilder-Smith, A. E., *Is this a God of love?* [¿Es este un Dios de amor?], P. Wilder-Smith, trad. (Costa Mesa, California: TWFT Publishers, 1991).

- Wilkinson, D., *God, time and Stephen Hawking* [Dios, el tiempo y Stephen Hawking] (Londres: Monarch Books, 2001).
- Williams, G. C., *Natural selection: Domains, levels, and challenges* [La selección natural: Dominios, niveles y desafíos] (Oxford: Oxford University Press, 1992).
- Williamson, D. I., “Larval transfer and the origins of larvae” [La transferencia larvaria y los orígenes de las larvas], *Zoological Journal of the Linnean Society* 131 (2001).
- , *The origins of larvae* [El origen de las larvas], ed. rev. (Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2003).
- Edward O. Wilson, *El naturalista* (Madrid: Debate, 1995).
- , *Sobre la naturaleza humana* (México: Fondo de Cultura Económica, 1997).
- , *Sociobiología: la nueva síntesis* (Barcelona: Omega, 1980).
- , “One giant leap: How insects achieved altruism and colonial life” [Un salto de gigante: Cómo llegaron al altruismo y la vida en colonias los insectos], *Bio-Science* 58/1 (2008).
- Witham, L. A., *Where Darwin meets the Bible: Creationists and evolutionists in America* [Donde Darwin se encuentra con la Biblia: Creacionistas y evolucionistas en Norteamérica] (Oxford: Oxford University Press, 2002).
- Woit, P., “Is string theory even wrong?” [¿Llega al menos a equivocarse la teoría de cuerdas?], *American Scientist* 90/2 (2002).
- Wray, G. A., Levinton, J. S., y Shapiro, L. H., “Molecular evidence for deep Precambrian divergences among Metazoan phyla” [Evidencia molecular de profundas divergencias precámbricas entre los filos metazoarios], *Science* 274 (1996).
- Wright, R., *The moral animal: Evolutionary psychology and everyday life* [El animal moral: Psicología evolutiva y la vida cotidiana], (Nueva York: Vintage Books, 1994).
- Xu, X., et al., “Four-winged dinosaurs from China” [Dinosaurios chinos de cuatro alas], *Nature* 421 (2003).
- , Zhou, Z., y Prum, R. O., “Branched integumental structures in *Sinornithosaurus* and the origin of feathers” [Las estructuras integumentarias ramificadas de *Sinornithosaurus* y el origen de las plumas], *Nature* 410 (2001).
- Yockey, Hubert P., *Information theory and molecular biology* [La teoría de la información y la biología molecular] (Cambridge: Cambridge University Press, 1992).
- , “Materialist origin of life scenarios and creationism” [El creacionismo y los escenarios materialistas para el origen de la vida], *Creation/Evolution* 17 (1986).
- , “Self-organization origin of life scenarios and information theory” [Los escenarios autoorganizativos para el origen de la vida y la teoría de la información], *Journal of Theoretical Biology* 91 (1981).
- Zhou, Z., Clarke, J., y Zhang, F., “*Archaeoraptor*’s better half” [La mitad mejor de *Archaeoraptor*], *Nature* 420 (2002).
- Zimmer, C., “Fossils give glimpse of old mother lamprey” [Los fósiles dan una vislumbre de una vieja lamprea], *Science* 286 (1999).



# Índice general alfabético

Véase el glosario para encontrar definiciones  
de términos específicos

- A Natural History of Rape*, 257  
Abandono del ateísmo por parte de  
  Antony Flew, 117, 118  
Acumulación de las moléculas adecuadas  
  para la vida, 99-101  
ADN  
  estructura, 89, 90, Figura 3.1  
  verificación y corrección, 114-116  
“Adulador”, véase Sam “el adulador”  
Ajuste perfecto del universo, 65-77,  
  Tabla 2.1  
  respuestas al, 78-84  
*Alas, Poor Darwin*, 256  
Albedrío, véase Libre albedrío  
Altruismo, 246-249, 254, 255, 264  
Álvarez, Luis, 172  
American Association for the  
  Advancement of Science  
  boicotea el debate sobre Dios, 34  
  y el diseño inteligente, 242, 245  
Aminoácidos, síntesis en el laboratorio,  
  99  
Antrópico, principio cosmológico, 78-80  
*Archaeopteryx*, historia del descubrimien-  
  to e interpretaciones, 206-213, 216,  
  225  
*Archaeoraptor*, descubrimiento e interpre-  
  tación, 222-227  
ARN, 89-92, 94, 102-105, 107, 110,  
  116, 117, 303  
Arqueópterix, véase *Archaeopteryx*  
Arqueorraptor, véase *Archaeoraptor*  
Ashton, J. F., 35, 39  
Ateísmo, abandono del, por Antony  
  Flew, 117, 118  
Átomos, estructura de los, 53-55  
Autoengaño en la ciencia, 278  
Ave con cola de dinosaurio, fósil de,  
  222-226  
Aves, evolución de las, 207-221  
Ayala, Francisco, 129, 191, 245  
BAND, 213-219, 223, 226, 227  
Barber, Bernard, 235, 236, 242  
Barrow, John, 69, 73, 74, 78-80, 245  
Behe, Michael, 33, 88, 109, 114, 124,  
  144, 186, 276  
Biblia, mejor candidato para la comuni-  
  cación procedente de Dios, 299  
*Big Bang*, 59-65  
Bohr, Niels, 267  
Bowring, Samuel, 183  
Boyle, Robert, 28  
Branscomb, Lewis M., 228  
Bretz, J. Harlen, 170-172, 288  
Bryan, William Jennings, 228, 229  
Capacidad de elección, 256-261  
Carbono  
  resonancia del, 67, 69  
  véase también Origen del carbono  
Carroll, Robert, 197, 215  
Carter, Brandon, 78, 79  
Caso Scopes o “juicio al mono”, 228,  
  229

- Catastrofismo  
 conflicto con el uniformismo, 166-174  
 definición de, 167  
 la ciencia lo rechaza y lo acepta, 166-174
- Cauces, flujo de, *véase Channeled Scabland*
- Célula  
 estructura, 110-112, Figura 3.5  
 origen, 110-112
- Cerebro  
 complejidad, 157, 158  
 sede de nuestra misteriosa mente, 158-162
- Chadwick, A. V., 176
- Channeled Scabland*, 170-172
- Ciencia  
 áreas evitadas por la, 241-246  
 autoengaño en la, 278  
 buena y mala, 237-239  
 características de la buena, 237-239, Tabla 6.1  
 cometió su mayor error al rechazar a Dios, 296  
 concepto social de la, 261, 264  
 debe su origen a la racionalidad de la tradición judeocristiana, 40, 41  
 debería seguir los datos de la naturaleza lleven a donde lleven, 8, 42, 43, 84, 279  
 debería ser una búsqueda abierta de la verdad, 8  
 debería volver a la apertura que tuvo en el pasado, 300  
 dedicación al materialismo, 243, 244  
 exclusiva, 241-266  
 excluye a Dios, 241-246, 278-284  
 éxito de la, 266-269  
 guerras, 260-264  
 histórica, 237, 274, 275, 284, 304  
 limitaciones, 242  
 movida por teorías, 227, 239, 240  
 normal y paradigmas, 204, 205  
 preponderancia del clima de opinión, 228, 239, 289, 304  
 rechaza y acepta la generación espontánea, 94-98  
 redefinición de, 42  
 secularismo en la, 278-284  
 sociología de la, 234, 235  
 y el Dios racional de la Biblia, 40, 41  
*véanse también* Científicos;  
 Comunidad científica; Evidencia científica; Revoluciones científicas
- Científicos  
 admiten la apariencia de diseño, 278, 279  
 asocian a Dios con la evolución, 283  
 creencia en un Dios que responde a las oraciones, 31-33  
 creencia en una creación en seis días, 35, 168  
 demasiado centrados en el éxito de la ciencia, 266  
 especulan más allá de lo que los datos permiten, 291  
 evitan afrontar la cuestión de Dios, 33, 34  
 excluyen a Dios por factores personales y sociológicos, 296  
 oposición a la creación, 34, 35  
 por qué ignoran la evidencia a favor de Dios, 290-296  
 ¿pueden creer en Dios? 15-43  
 que excluyen a Dios, 241-246  
 reacción a la creación, 29, 30  
 resistencia al cambio, 288  
 temen renunciar a la racionalidad, 292  
 viven en dos mundos diferentes, 283
- Cladística, 161, 163, 186-190, 304
- Clado, 187
- Cladogramas, 187-190  
 muestran similitudes, no evolución, 190

- Clark, Harold W., 176
- Clonación, 268
- Código genético  
 fórmulas, Tabla 3.2  
 origen, 105-107
- Collingwood R. G., 40
- Collins, Francis, 296
- Columna geológica  
 descripción, 174-176  
 organismos que contiene, Figura 5.1
- Coming of Age in Samoa*, 231, 232
- Complejidad  
 definición de, 124  
 irreducible, 114, 124
- Comunidad científica, se aferra a ideas erróneas, 288
- Conflicto catastrofismo-uniformismo, 166-174
- Corrimiento al rojo, 59, 305
- Creencia en la creación entre la población estadounidense, 30
- Creencias religiosas  
 de Dawkins, Gould, Maynard Smith, Wilson, 252  
 de los geólogos Hutton y Lyell, 167-169  
 de los pioneros de la ciencia moderna, 27-29
- Crick, Francis, 276-279
- Cuantos, véase Teoría cuántica
- Cudmore, Larison, 201
- Cuestión de Dios, la, 36-39
- Culturas, dos, 262
- Currie, Phillip J., 224
- Czerkas, Stephen, 223-227
- Dampier, William C., 21-23, 28, 231, 241
- Darrow, Clarence, 228, 229
- Darwin, Charles  
 crítica a Richard Owen, 206  
 defiende numerosas modificaciones pequeñas para la evolución, 146, 147
- enterrado cerca de Newton, 26
- ideas que se dicen que satisfacen al ateo intelectual, 126
- interés en la generación espontánea, 97
- preocupación por las plumas del pavo real, 159
- presenta el *Archaeopteryx* en el *Origen de las especies*, 211
- reproches a los ateos, 210
- teoría de, se ha colapsado por entero, 146, 147
- y Asa Gray, 158, 159, 206
- y el ojo, 137
- y las discontinuidades en el registro fósil, 194, 195, 197, 199
- Darwinismo social, 250, 251
- Datación radiométrica, desafiada por las paraconformidades, 195
- Datos de la naturaleza, debería permitirse que hablaran por sí mismos, 8, 284
- Datos e interpretación, diferencia entre, 273-278
- Davies, Paul, 38, 39, 72
- Dawkins, Richard  
 apariencia de diseño, 279  
 evolución del ojo, 138  
 genes egoístas, 249, 250  
 oposición a la creación, 35, 281
- de Duve, Christian, 242
- de Groot, Mart, 60
- de Laplace, Pierre-Simon, 241
- Dembski, William A., 33, 35, 77, 78, 178
- Denton, Michael, 100
- Determinismo cultural de Margaret Mead, 232
- Dinosaurios, extinción de los, 172, 173
- Dios  
 cuestión de, 36  
 ¿de dónde salió? 269, 270  
 de la Biblia, es benefactor y perdonador, 260

- definición de, 31, 307
- ¿dónde está? 269-273
- evidencia a favor de
  - fósiles, 181-200
  - fuerzas de la física, 70-73
  - materia, 66-70, 73-77
  - mente, 157-162, 256-261
  - órganos, 121-147, 162, 163
  - origen de la vida, 88-119
  - resumen, 284-288, Tabla 8.1
  - tiempo, 174-186
- interés académico en, 36-39
- y el sufrimiento, 269-273
- Discontinuidades
  - en el registro fósil, 193-199
  - en las capas sedimentarias suponen un reto para el tiempo geológico, 194, 196
- Discovery Institute, 33, 34
- Diseño
  - como respuesta al universo perfectamente ajustado, 82-84
  - inteligente, 33, 34, 306
- Dobzhansky, Theodosius, 244
- Dos culturas, 262
- du Noüy, Lecomte, 177
- Dyson, Freeman, 53, 73
  
- Eccles, John, 160, 161
- EE. UU., creencias de la población de, en cuanto a los orígenes, 30
- Egoístas, se dice que todos los actos lo son, 258
- Einstein, Albert, 15, 57, 61
  - y el universo en expansión, 61
- El gen egoísta*, 249
- El relojero ciego*, 126, 138, , 139, 153, 279
- Eldredge, Niles, 245
- Elección, *véase* Capacidad de elección
- Electromagnetismo, *véase* Fuerza electromagnética
- Engaño de Sokal, 261-263
- Escherichia coli*, composición, 88-91, Tabla 3.1
- Eslabones perdidos en el registro fósil, 193-199
- Espacio, tridimensional, 74, 75
- Estructura de las revoluciones científicas*, 203
- Evidencia a favor de Dios
  - resumen, 284-288, Tabla 8.1
  - véase también* Dios
- Evo devo* y los genes maestros, 142
- Evolución
  - del vuelo, 214-221
  - insuficiencias de la, 275, 277
- Evolución química
  - descripción general, 98, 99
  - otras ideas asociadas con, 116-118
  - problemas, 100-116
- Evolucionistas, los, admiten la apariencia de diseño, 278, 279
- Exclusivismo de la ciencia, 241-266
- Explosión
  - cámbrica, 180, 182-186, Figuras 5.1, 5.2, 5.3
  - ignorada, 190-193
  - de los mamíferos y las aves modernos, 185
  
- Factores derivados en los cladogramas, 186-190
- Fe, se requiere menos para creer en Dios que el mero azar, 300
- Feyerabend, Paul, 204
- Fiebre puerperal, 85-88
- Flagelo de los microbios, 88
- Flew, Antony, abandono del ateísmo, 117, 118
- Flujo de cauces, *véase* *Channeled Scabland*
- Fósiles
  - cabría esperar una sólida continuidad de los, 199
  - eslabones perdidos, 193-199
  - ignorados en la determinación de relaciones evolutivas, 190-193

- Fowler, Willy, 69  
 Frank, Phillip, 242  
 Freeman, Derek, 233  
 Fuerza electromagnética, 67, 71  
 Fuerzas de la física, 70-73, 284, 285,  
 Tabla 2.1  
 Futuyma, Douglas, 130, 133, 138, 141,  
 153, 198, 276, 277  
 Galileo, 8, 28, 280
- Generación espontánea  
 batalla por la, 94-98  
 la ciencia la acepta y la rechaza, 96, 97
- Genes  
 manipulación, 267, 268  
 y creencias religiosas, 257, 258  
*Genes, Mind, and Culture*, 253
- Genético, véase Código genético;  
 Ingeniería genética
- Geológica, véase Columna geológica;  
 Tiempo geológico
- Geólogos, reaccionan a la creación, 29,  
 30
- Ghiselin, Michael, 258, 259
- Giem, Paul, 101, 195
- Gingerich, Owen, 80, 83, 293
- Gould, Stephen J.  
 oposición a la creación, 35  
 oposición a la evolución tradicional,  
 256  
 oposición a la sociobiología, 251, 252  
 oposición al diseño inteligente, 278,  
 279  
 opta por un universo sin sentido, 260  
 separa la ciencia de la religión, 252  
 y el equilibrio puntuado, 198
- Gran Cañón  
 explosión cámbrica, 183, Figura 5.2  
 paraconformidad, 196, Figura 5.2
- Gravedad, 71-73
- Gray, Asa, 158, 159, 206
- Greenstein, George, 78, 83, 84
- Gribbin, John, 69, 70, 78
- Gross, Paul R., 263
- Gusto, sentido del, 135
- Haldane, J. B. S., 98
- Harold, Franklyn, 85
- Hawking, Stephen, 64, 73, 80, 158, 241
- Heilmann, Gerhard, 212, 213
- Heisenberg, Werner, 56  
*Higher Superstition*, 263
- Histórica, véase Ciencia histórica
- Hooke, Robert, 18-20
- Hooykaas, Reijer, 41
- Hoyle, Fred, 60, 62, 69, 70, 112, 215,  
 238
- Hubble, Edwin J.  
 y el corrimiento al rojo, 60  
 véase Ley de Hubble
- Hull, Donald, 101
- Hutton, James, 167-169
- Huxley, Aldous, 260
- Huxley, Julian, 279
- Huxley, Thomas  
 y el exclusivismo de la ciencia, 277  
 y Samuel Wilberforce, 230, 231
- Icons of Evolution: Science or Myth?* 227
- Ignorar  
 la evidencia a favor de Dios, 288-296  
 los fósiles en las relaciones evolutivas,  
 190-193
- Ingeniería genética, logros, 267, 268
- Interacción nuclear débil, 71
- Interacción nuclear fuerte, 70, 71
- Interdependencia, véase Partes interde-  
 pendientes
- Interés académico en Dios, 36-39
- Interpretación y datos, distinguir entre,  
 273-278
- Inventing the Flat Earth*, 229, 230
- Isómeros ópticos de aminoácidos, selec-  
 ción de, 101-103
- Jaki, Stanley, 41
- Jastrow, Robert, 48, 61, 63, 83
- Javor, George, 111



- Johnson, Phillip E., 33, 129
- Kansas, científicos evitan enfrentarse a la cuestión de Dios, 34, 35
- Kemp, T. S., 197
- Kepler, Johannes, 28, 293
- Kitcher, Philip, 254
- Kitts, David, 197
- Kuhn, Thomas, 203-205, 262
- Lacaze-Duthiers, Félix, 242
- Laicismo, *véase* Secularismo
- Lakatos, Imre, 204, 289
- Laplace, Pierre-Simon de, 241
- Larson, E. J., 31, 32, 36, 228, 229, 280
- Leslie, John, 71, 74, 77-80, 82, 83
- Lewontin, Richard, 243, 244, 252, 253
- Ley de Hubble, 60
- Leyes de la naturaleza, origen de, 75-77
- Libre albedrío, 256-261
- Linné, Carl von, 29
- Lyell, Charles, 168, 169
- Macroevolución, 127, 275, 308
- Macromoléculas orgánicas, formación de, 103-105
- Manipulación de genes, 267, 268
- Margaret Mead and Samoa*, 233
- Mariposa, metamorfosis de oruga a, 136
- Masa de las partículas subatómicas, 73, 74
- Maynard Smith, John, 158, 252, 253
- Mead, Margaret, y las tendencias sociológicas, 231-233
- Mecanismo para la evolución, búsqueda de un, 162, 163, Tabla 4.1
- Mendel, Gregor, 235, 236, 288
- Mente, 157-162
- Metamorfosis de oruga a mariposa, 136
- Meyer, Stephen, 178, 184, 281
- Microevolución, 127, 308
- Micrographia*, 18
- Miller, Stanley, 98-100
- Modalidades del pensamiento, cambian a lo largo de los siglos, 289
- Moléculas, acumulación de las, adecuadas para al vida, 100, 101
- Moléculas orgánicas, supervivencia en la Tierra primitiva, 101
- Mono, juicio al, *véase* Caso Scopes
- Morowitz, Harold J., 112, 180
- Mundo y sus demonios, El*, 245
- Mutaciones, 127-131
- algunos ejemplos comunes de, pueden no ser rápidos, 129, 130
- notoriamente perjudiciales, 130
- National Academy of Science
- escasez de creencia en un Dios que responde a las oraciones, 32
- rechazo de alternativas a la evolución, 242
- National Association of Biology Teachers, 36, 282
- National Geographic y *Archaeoraptor*, 222-227
- Natural Theology*, 125
- Newton, Isaac
- conflicto con científicos belgas en cuanto a la luz, 20
- conflicto con Leibniz en cuanto al cálculo infinitesimal, 20, 21
- conflicto con Robert Hooke, 18-20
- cuidado de su madre, 21, 22
- escritos religiosos, 24, 45
- investigaciones sobre la luz, 16, 18, 20, 23
- primeros años, 15-18
- Principia*, 22, 24
- reconocimientos que le fueron otorgados, 23, 24
- reseña de su vida, 15-27
- respetado por su religiosidad, 24-26
- respeto por Dios, 24, 25, 27
- y la alquimia, 25, 26
- Nilsson, Dan-E., 147, 148, 150-152
- Numbers, Ronald L., 176, 228
- Números, potencias de los, 13

- Oído, sentido del, 135, 136
- Ojo  
 avanzado, estructura general, 143-147, Figura 4.1  
 ¿cableado al revés? 152-157  
 del trilobites, 143  
 diversos tipos, 138-143  
 explicación evolutiva general para su origen, 137, 138  
 gen maestro para su desarrollo en animales diversos, 141, 142  
 incompleto de la evolución, 147-152  
 lente del trilobites, forma especial de la, 143  
 partes interdependientes, 144, 145
- Ojos, los evolucionistas reconocen múltiples orígenes de los ojos, 141
- Oparin, A. I., 96, 98, 110
- Óptica, *véase* Isómeros ópticos
- Opticks*, 23
- Orgánico, *véase* Moléculas orgánicas
- Origen de la vida  
 alternativas a la evolución química tradicional, 116-118  
 poco tiempo para el, 176-182  
*véase también* Evolución química
- Origen de las especies*, *El*  
 criticado por Owen, 205, 206  
 no defendió la generación espontánea, 97  
 y discontinuidades en las capas sedimentarias, 194, 195  
 y el ojo, 137, 146  
 y la selección natural, 126, 127  
 y los fósiles ausentes, 194, 195
- Origen del carbono, 68-70
- Oruga a mariposa, metamorfosis, 136
- Orosio, Daniel, 151, 152
- Ostrom, John, 207, 212, 213
- Overman, Dean, 64, 71, 77, 78, 101, 119
- Owen, Richard  
 criticado por Darwin, 206, 207  
 critica *El origen de las especies*, 205, 206  
 interpreta el *Archaeopteryx*, 211
- Paley, William, 75, 125, 126
- Paraconformidades, desafío a la escala temporal geológica, 195, 196, 308
- Paradigmas  
 descripción, 201-205  
 potencia de los, 227-234  
 preponderancia en la ciencia, 201-205, 275, 276
- Partes interdependientes  
 del ojo, 144, 145  
 descripción, 122-126
- Partículas subatómicas, masa de las, 73, 74
- Pascal, Blaise, 28
- Pasteur, Louis, 96, 97, 118, 205
- Pearcey, Nancy R., 32
- Penrose, Roger, 77, 161, 162, 172
- Pensamiento, *véase* Modalidades del pensamiento
- Pioneros de la ciencia moderna, creencias religiosas de los, 27, 30
- Pitman, Sean, 129, 133
- Planck, Max, 56, 227
- Planicidad de la Tierra, falsas acusaciones, 229, 230
- Poder de elección, 256-261
- Polanyi, Michael, 124, 291, 292
- Polkinghorne, John  
 creencia en Dios, 39  
 sobre el origen de la comprensión, 159, 160
- Por qué los científicos ignoran la evidencia a favor de Dios, 290-296
- Potencias de 10 para los números, 13
- Principia*, 22, 24
- Principio cosmológico antrópico, 78-82
- Principios de geología*, 168
- Probabilidad  
 de formar 2.000 moléculas proteínicas, 112

- de formar el universo, 77
- de formar un microbio diminuto, 112
- de formar una proteína, 104
- de la relación precisa entre la gravedad y el electromagnetismo, 70, 72
- introducción a la, 66
- tiempo requerido para formar una molécula proteínica específica, 177-179
- Profesores de biología que apoyan la creación, 34-36
- Proteínas
  - estructura, 90
  - síntesis, 90-94, 105-107, Figura 3.2
- Provine, William, 259
- Psicología evolutiva, 255-257, 260
- ¿Pueden los científicos ignorar la evidencia a favor de Dios? 288-296
- Puerperio, *véase* Fiebre puerperal
- Radiometría, *véase* Datación radiométrica
- Reading, H. G., 203
- Realidad, más que lo material, 260, 261
- Redi, Francesco, 95, 96
- Rees, Martin, 47, 52, 58, 63, 68-70, 75, 78, 81, 121
- Relatividad, 56-58, 61, 64, 270, 309
- Religión
  - explicaciones materialistas de la, 257, 258
  - véase también* Creencias religiosas
- Reproducción, origen de la, 113, 114, 134
- Revoluciones científicas, 203
- Rojo, *véase* Corrimiento al rojo
- Rose, Hilary, 256
- Rose, Steven, 256
- Ross, Hugh, 51, 53, 63, 65, 70, 74, 78, 82
- Ross, Marcus, 184
- Rowe, Timothy, 224
- Ruse, Michael, 110, 159, 160, 169, 204, 229-231, 250, 252, 254, 289
- Russell, Bertrand, 296, 297
- Russell, Jeffery Burton, 229, 230
- Rutas metabólicas
  - control de, 109
  - origen, 108, 109
- Sagan, Carl, 128, 136, 245
- Sam "el adulador", debate, 230, 231
- Scabland, véase Channeled Scabland*
- Scientists Confront Creationism*, 282
- Scopes, *véase* Caso Scopes
- Secularismo en la ciencia, 278-284
- Sedgwick, Adam, 195, 196
- Segerstråle, U., 234, 250, 251, 253, 254, 262
- Selección de parentescos, *véase* Selección parental
- Selección natural
  - inhibe la evolución gradual, 130-134
  - principio básico, 126, 127
  - problemas, 127-134
  - y altruismo, 248
- Selección parental, 248, 249, 254, 255, 299, 310
- Semmelweis, Ignaz, 85-88, 97, 288
- Shermer, M., 253, 270
- Simpson, George Gaylord, 137, 138, 161, 198, 274
- Sinapomorfias en cladogramas, 186-190
- Síntesis de aminoácidos en el laboratorio, 98, 99
- Sistema solar, descripción, 50, 51
- Slipher, Vesto, 59
- Smith, Huston, 276, 297
- Snow, Charles, 241
- Sobre la naturaleza humana*, 250
- Social, *véase* Darwinismo social
- Sociedad National Geographic y *Archaeoraptor*, 222-227
- Sociobiología
  - batalla por la, 246-256
  - críticas a la, 253-256
- Sociobiología*, 249
- Sociología de la ciencia, 234-237

- Sokal, Alan, 261, 262  
*véase también* Engaño de Sokal
- Sol  
 fuente de energía, 66-68  
 precisión de la órbita de la Tierra alrededor del, 66-68  
*véase también* Sistema solar
- Sopa orgánica tibia, ¿dónde está? 98, 100, 102, 119, 179, 200, 280, 310
- Standish, Tim, 105
- Sufrimiento en la naturaleza, explicaciones para el, 271-273
- Supervivencia del más apto, *véase* Selección natural
- Suricatas y sociobiología, 246-248, 255
- Surtsey, 165, 166
- Teoría cuántica, 56, 310
- Teoría de la relatividad, *véase* Relatividad
- Thaxton, Charles, 99-101, 104
- The God Delusion*, 281
- The Moral Animal*, 256
- The Triumph of Evolution and Failure of Creationism*, 245
- The Triumph of Sociobiology*, 255
- Theory of the Earth*, 168
- Tiempo  
 geológico, inadecuado para el origen de la vida, 176-182  
 poco para el origen de la vida, 176-182
- Tierra plana, falsas acusaciones, 229, 230
- Tipler, Frank, 73, 74, 78, 79, 80, 245
- Titov, Gherman, 38
- Trilobites, *véase* Ojo de trilobites
- Uniformismo  
 conflicto con el catastrofismo, 166-174  
 definición, 167
- Universo  
 composición, 51-55  
 descripción general del, 45-51  
 en expansión, 59-65  
 ideas en cuanto a su origen, 55-58  
 inmensidad, 51, 52  
 perfectamente ajustado, 65-77  
 probabilidad de formarlo, 77  
 respuestas a la evidencia del ajuste perfecto del, 78-84
- Universos múltiples, respuesta al perfecto ajuste del universo, 80-82
- Valentine, James W., 191, 192
- Verdad, el objetivo de nuestra búsqueda, 264
- Vías metabólicas, *véase* Rutas metabólicas
- Virus, no cumplen los requisitos mínimos para ser considerados seres vivos, 94
- von Linné, Carl, 29
- Vuelo, evolución del, 211-221
- Wagner, Johann, evaluación del *Archaeopteryx*, 210, 211
- Wald, George, 176
- Wegener, Alfred, 201, 202, 288
- Wells, Jonathan, 33, 128, 207, 213, 227, 276
- Whitehead, Alfred North, 40, 297
- Wickramasinghe, Chandra, 112, 215
- Wilberforce, obispo Samuel, debate, 230, 231
- Wilder-Smith, A. E., 272
- Wilson, E. O., y la sociobiología, 248-256
- Xu, Xing, 218, 219, 224, 226
- Yockey, Hubert, 100-102, 165, 179, 280, 297, 298











