

Stephen Jay Gould
La flecha del tiempo

Alianza Universidad



Stephen Jay Gould

La flecha del tiempo

Mitos y metáforas en el descubrimiento
del tiempo geológico

Versión española de
Carlos Acero Sanz

274509-500
Alianza
Editorial

Título original:

Time's Arrow. Time's Cycle. Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time

Esta obra se publica en castellano por acuerdo con Harvard University Press.

AC 572-5
BANCO DE LA REPUBLICA
BIBLIOTECA LUIS ANTONIO ARANGO

PROCESOS TÉCNICOS

No. Acceso 274509

Revisor Alcázar

Fecha 14/93 Precio 26.000

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el art. 534-bis del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte, sin la preceptiva autorización.

Copyright © 1987 by The President and Fellows of Harvard College. All rights reserved

Copyright © Ed. cast.: Alianza Editorial, S. A., Madrid, 1992

Calle Milán, 38; 28043 Madrid; telef. 300 00 45

ISBN: 84-206-2736-4

Depósito legal: M. 38.277-1992

Fotocomposición EFCA, S. A.

Avda. Doctor Federico Rubio y Galí, 16. 28039 Madrid

Impreso en Lavel. Los Llanos, nave 6. Humanes (Madrid)

Printed in Spain

Para
Richard Wilson, M.D.
Karen Antman, M.D.

Sine quibus non
En el más brutal sentido literal

El tiempo que nosotros podemos concebir se remonta solamente a cinco días antes de nuestra existencia.

Sir Thomas Browne, *Religio Medici*, 1642.

La idea rectora, presente en todas nuestras investigaciones y que acompaña a todas las observaciones recientes, el sonido que todo estudiante de la Naturaleza parece escuchar como un eco en todas las obras de ésta, es
¡Tiempo! ¡Tiempo! ¡Tiempo!

George P. Scrope, eminente geólogo británico, en 1827. Esta cita ha llegado a convertirse, en la práctica, en un lugar común, por ser reproducida frecuentemente en los libros de texto actuales.

INDICE

Agradecimientos.....	11
Indice de las ilustraciones	15
1. EL DESCUBRIMIENTO DEL TIEMPO PROFUNDO	19
El tiempo profundo	19
Mitos sobre el tiempo profundo	22
Las dicotomías	26
La flecha del tiempo y el ciclo del tiempo	28
Advertencias.....	34
2. EL CAMPO DE LA BATALLA DEL TIEMPO DE THOMAS BURNET	39
La portada de Burnet.....	39
El Burnet de los libros de texto.....	42
Ciencia <i>versus</i> religión	43
Metodología de Burnet	45
La física de la historia.....	49
La flecha del tiempo y el ciclo del tiempo: conflicto y resolución	59
Burnet y Steno, compañeros intelectuales bajo la luz de la flecha del tiempo y del ciclo del tiempo	69

3. TEORÍA DE LA TIERRA DE JAMES HUTTON: UNA MÁQUINA SIN HISTORIA	79
Retratando el abismo del tiempo	79
La máquina mundial de Hutton y las disposiciones del tiempo profundo	82
El Hutton de leyenda	85
Hutton desaprueba su leyenda.....	88
Las fuentes de la necesaria ciclitud	92
La paradoja de Hutton, o por qué el descubrimiento del tiempo profundo negó la historia.....	98
El dilema de Borges y las motivaciones de Hutton.....	109
Playfair: Boswell con una diferencia.....	110
Un mundo en conclusión y expectativa.....	114
4. CHARLES LYELL, HISTORIADOR DEL TIEMPO CÍCLICO	117
El caso del profesor Ictiosauro	117
Charles Lyell, autor de su propio mito	123
El triunfo retórico de Lyell: el equivocado rol del catastrofismo	134
La defensa de Lyell del ciclo del tiempo	152
Lyell, historiador del ciclo del tiempo.....	170
El desentramado parcial en la visión del mundo de Lyell.	187
Epílogo.....	197
5. FRONTERAS	199
El Trono de Hampton y la portada de Burnet.....	199
Reflexiones de fondo en torno a las flechas y los ciclos	209
Bibliografía.....	229

AGRADECIMIENTOS

La génesis de este libro recae en el mismo conflicto e interacción de las metáforas (flechas de la historia y ciclos de inmanencia) que potenció el descubrimiento del tiempo profundo en geología. Si triunfase en transmitir el orden deseado de mis pensamientos, este libro podría presentarse a los lectores como el forjado de una unidad de una manera racional; en otras palabras, como producto de la estructura inmanente reflejada en la metáfora del ciclo del tiempo. Pero dicha concepción, aunque refleja (espero) la lógica de la construcción, deformaría su origen psicológico, ya que este volumen está remendado con partes de la flecha del tiempo, momentos peculiares e impredecibles de mi propia historia contingente. Sucesos imperceptibles que parecen sin importancia en esa época son los clavos de la herradura en la estructura final. No puedo comenzar especificando todos estos incidentes de «mera historia». Mi padre me llevó a ver un *Tiranosaurio* cuando tenía cinco años. George White, gran caballero y bibliófilo, me dio una edición del siglo XIX del *Telluris theoria sacra* de Burnet en lugar de los honorarios por una conferencia. John Lounsbury ilustró el uniformismo (*uniformitarianism*) mediante un ejemplo que mezclaba distintos significados durante un curso introductorio de geología en el Colegio de Antioquía. Sabía

que había algo equivocado, pero no caía en qué, hasta que estudié a David Hume en relación con la inducción. Visité el Portrush Sill de Irlanda del Norte en un curso de primavera en la Universidad de Leeds (durante un año de pregraduación) y vi la dicotomía del neptunismo y plutonismo grabado en las rocas. Permanecí con una mezcla de horror y fascinación ante el esqueleto (los esqueletos) de Rita-Cristina, las gemelas siamesas de Cerdeña, en el museo de París. Observé el frontispicio de Burnet en la belleza resplandeciente del Trono de James Hampton para la segunda venida de Cristo en el Museo Nacional de Arte Americano. Escuché a Malcolm Miller, el autodenominado sabio de Chartres, su lectura de metáforas medievales en vidrios y estatuas. Luego, R. K. Merton me mostró que yo había sido un loco vanaglorioso al pensar que había descubierto el origen de la frase de Newton sobre los hombros de los gigantes en el crucero meridional, de aquella la más grande entre las catedrales.

Estoy más profunda y directamente en deuda con los colegas que han luchado por entender la historia de la geología. Presento este libro como un análisis lógico de tres grandes documentos, aunque sea, realmente, una empresa colectiva. Estoy violento por no poder ahora arreglar y atribuir propiamente las partes forjándolas en una unidad aquí. Estoy demasiado cerca de este tema. He enseñado el descubrimiento del tiempo durante veinte años y he leído los tres documentos una y otra vez (pues considero dicha repetición como la mejor medida de una vida intelectual; cuando se acaban las nuevas concepciones, continuamos hacia otras cosas). Sencillamente no recuerdo qué partes procedieron de mi propia lectura de Burnet, Hutton y Lyell, y cuáles de Hooykaas, o Rudwick, Porter o una multitud de otros pensadores que me han inspirado, ¡como si, en cualquier caso, lo endógeno y lo exógeno pudieran formar categorías separadas!

En el caso más inmediato, tengo mucho que agradecer a Don Patinkin, de la Universidad Hebrea, Jerusalén; y a Eitan Chernov, Danny Cohen y Rafi Falk, guías y amigos durante mi visita. Este libro es una versión muy elaborada y revisada del primer ciclo de conferencias de Harvard-Jerusalén, presentadas en la Universidad Hebrea en abril de 1985. Arthur Rosenthal, director de la Harvard University Press, concibió este ciclo y lo realizó; a él, en calidad de padrino, mis más profundas gracias. Sólo puedo esperar haber establecido un comienzo importante a un ciclo que, mediante la flecha del tiempo del progreso, pronto reemplace su origen (mientras tanto,

espero formar algún recuerdo en el ciclo del tiempo de la memoria).

Como para Jerusalén, la verdadera ciudad eterna, sólo puedo decir que finalmente entiendo el Salmo 137: «Péguese al paladar la lengua mía, el día que de ti no me acordare, si es que a Jerusalén no pongo por encima de toda mi alegría.» ¡Hoy esto es todo un tributo de un hombre que vive enseñando!

INDICE DE LAS ILUSTRACIONES

- 2.1. Portada de la primera edición de *Telluris theoria sacra* o *Teoría sagrada de la Tierra*. Ver pág. 40.
- 2.2. Intentos de Burnet para calcular la cantidad de agua de los océanos. (De la primera edición.) Ver pág. 50.
- 2.3. Causa física del diluvio según Burnet. (De la primera edición inglesa.) Ver pág. 51.
- 2.4. Superficie actual de la Tierra. (De la primera edición.) Ver pág. 52.
- 2.5. El caos de la Tierra primitiva según se describe en Génesis, 1. (De la primera edición.) Ver pág. 53.
- 2.6. El planeta perfecto del paraíso original del Edén. (De la primera edición.) Ver pág. 56.
- 2.7. La superficie de la Tierra en su estado paradisíaco. (De la primera edición inglesa.) Ver pág. 54.
- 2.8. La Tierra volverá a ser perfecta por segunda vez. (De la primera edición.) Ver pág. 58.
- 2.9. Historia geológica de la Toscana vista por Steno, según la readaptación a la traducción inglesa por J. G. Winter (1916). Ver pág. 71.
- 2.10. Versión original de la historia geológica de la Toscana vista por Steno. Ver pág. 76.

- 3.1. John Clerk del pueblo de Eldin. Grabado sobre la incomformidad de Hutton en Jedburgh, Escocia. (Cortesía de sir John Clerk de Penicuik, tomado de *Hutton: The Lost Drawings*, Edimburgo, Scottish Academic Press Limited.) Ver pág. 80.
- 3.2. Una ilustración de la primera edición de *Principles of Geology* de Charles Lyell (1830). Ver pág. 90.
- 4.1. Caricatura de Charles Lyell como el futuro profesor *Ictiosauro* hecha por De La Beche. (Ilustración de la portada de *Curiosities of Natural History*, de Frank Buckland, donde se le da una interpretación sarcástica en relación con su padre, William.) Ver pág. 119.
- 4.2. Dos ilustraciones de la primera edición de *Principles of Geology*, de Lyell mostrando su método de trabajo. Ver pág. 125.
- 4.3. Comentario de Agassiz del mayor elogio anotado junto a sus críticas, en su copia de los *Principios* de Lyell. Ver pág. 136.
- 4.4. Un ejemplo clásico del gradualismo de Lyell. (De la primera edición de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 141.
- 4.5. «Un moderno ejemplo de destrucción por erosión.» The Grind of the Navir. (De la primera edición de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 166.
- 4.6. «Ejemplos modernos de construcción mediante terremotos.» (De la primera edición de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 167.
- 4.7. «Una ilustración de los problemas afrontados por los geólogos para el desentramado estratigráfico del período Terciario.» (De la primera edición de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 176.
- 4.8. Fósiles de moluscos del Eoceno utilizados por Lyell. (Ilustr. 3, tomo 3 de la primera edición de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 182.
- 4.9. Fósiles de moluscos del Mioceno utilizados por Lyell. (Ilustr. 2, tomo 2 de los *Principios* de Lyell.) Ver pág. 183.
- 5.1. Composición completa del *Trono del tercer cielo de la Asamblea General del milenio de la nación*. (American Art Museum, Smithsonian Institution, donación anónima.) Ver pág. 201.
- 5.2. *El trono de Cristo*, pieza central de la composición de Hampton. Ver pág. 202.
- 5.3. Otra pieza de la parte central del *Trono* de Hampton. Ver pág. 204.
- 5.4. La pizarra de Hampton. Ver pág. 205.
- 5.5. Inscripciones A.D. y B.C. del *Trono* de Hampton. Ver págs. 206-207.

- 5.6. Estructuras simétricas correspondientes a las partes izquierda y derecha del *Trono* de Hampton. Ver págs. 210-211.
- 5.7. Sistema taxonómico de Swainson. Ver pág. 214.
- 5.8. Ictiosauro producido por las equivalencias homólogas de la flecha del tiempo y las análogas del ciclo del tiempo. (Cortesía del Department Library Services, American Museum of Natural History, neg. n.º 313168.) Ver pág. 218.
- 5.9. Rita-Cristina, gemelas siamesas de Cerdeña. Ver pág. 220.
- 5.10. El ciclo del tiempo en Canterbury. Ver pág. 221.
- 5.11. Llaves de bóveda de la catedral de Norwich. Ver pág. 219.
- 5.12. Vidrieras del King's College en Cambridge. Ver pág. 224.
- 5.13. Gran vidriera de la fachada sur de la catedral de Chartres. Ver pág. 226.
- 5.14. Figura escultórica de la catedral de Chartres. Ver pág. 227.

Capítulo 1

EL DESCUBRIMIENTO DEL TIEMPO PROFUNDO

El tiempo profundo

Sigmund Freud observó que cada una de las ciencias principales ha hecho su contribución en la reconstrucción del pensamiento humano —y que cada paso en este arduo progreso ha supuesto la desintegración de una faceta más de la idea inicial de nuestra relevante importancia en el universo.

En el curso de la historia, la humanidad, en su cándido amor propio, ha tenido que soportar a la ciencia dos grandes ultrajes. El primero fue cuando se comprendió que nuestro planeta no era el centro del universo, sino que se trataba solamente de una mota en un sistema de mundos con una magnitud difícilmente concebible. El segundo fue cuando la investigación biológica privó al hombre del privilegio particular de haber sido creado superior, para relegarle a un puesto de descendiente del reino animal.

(En una de las declaraciones menos modestas de la historia, Freud establece que su trabajo ha dado al traste con el, posiblemente último, pedestal de este desafortunado refugio: el consuelo de que, aunque desarrollados a partir de un humilde simio, al menos poseemos mentes racionales.)

Pero Freud olvidó uno de los principales hechos en su lista, el puente entre la limitación espacial del ámbito humano (la revolución de Galileo), y nuestra unión física con todas las criaturas «inferiores» (la revolución de Darwin). Desestimó la gran limitación temporal que la geología impone a la relevancia de lo humano: el descubrimiento del «tiempo profundo» (expresión muy acertada de John McPhee). Qué podría ser más reconfortante, más conveniente para el dominio del hombre, que el concepto tradicional de un planeta joven, regido por la voluntad humana desde los días de su origen. Por el contrario, qué amenazadora resulta la noción de una inmensidad prácticamente inabarcable, ¡con una presencia humana restringida a un milimicrosegundo del final! Mark Twain captó la dificultad de encontrar consuelo en tan escueta existencia:

El hombre ha estado aquí 32.000 años. Que hicieran falta cien millones de años para prepararle el mundo, es prueba de que fue hecho para él. Supongo, no lo sé. Si utilizáramos la torre Eiffel para representar la edad del mundo, la capa de pintura de la protuberancia que corona la cima, representaría la porción que corresponde a la edad del hombre; y cualquiera se daría cuenta de que fue por esa capa por la que se construyó la torre. Imagino que se darían cuenta, no lo sé.

Charles Lyell expresó el mismo tema en tonos más sombríos, describiendo el mundo de James Hutton, un mundo sin vestigios de un principio ni panorama de un final. Esta idea vincula a los dos protagonistas tradicionales del tiempo profundo en geología, y también expresa el lazo metafórico entre la nueva profundidad del tiempo y la extensión del espacio en el cosmos de Newton:

Perspectivas de la inmensidad del tiempo pasado, como las desveladas por la filosofía de Newton en relación al espacio, eran demasiado vastas para despertar ideas de sublimidad libres de la dolorosa sensación de una incapacidad para concebir un plan de tan infinita extensión. Los mundos se ven más allá los unos de los otros, a inconmensurable distancia entre sí, y más allá todavía, innumerables sistemas se trazan vagamente en los confines del universo visible (Lyell, 1830, 63).

El tiempo profundo es tan difícil de asimilar, tan ajeno a nuestra experiencia ordinaria, que se configura como un obstáculo para nuestro entendimiento. Aún se consideran innovadoras las teorías que simplemente sustituyen una falsa extrapolación por una adecuada

ubicación de los sucesos ordinarios dentro de la inmensidad del tiempo. La teoría del equilibrio puntuado, propuesta por Niles Eldredge y yo, no es, como tantas veces se ha malinterpretado, una llamada radical para un cambio verdaderamente repentino, sino un reconocimiento de que los ordinarios procesos del desarrollo de las especies, adecuadamente considerados como glacialmente lentos en relación al estándar de la duración de nuestra vida individual, no se introducen en el tiempo geológico como largas secuencias con una imperceptible graduación (teoría tradicional o gradualista), sino que se originan de una manera geológicamente repentina, en sencillos estratos,

Un ejemplo para facilitar el entendimiento intelectual del tiempo profundo sería: «sabemos perfectamente cuántos ceros hay que poner después de 10 para que sean billones». Asimilar esto ya es otra cuestión. El tiempo profundo es algo tan extraño que realmente sólo podemos comprenderlo metafóricamente. Así hacemos en pedagogía. Hablamos de la milla geológica (en la que la historia de la humanidad ocuparía unas pocas pulgadas al final); o el calendario cósmico (donde el *Homo sapiens* aparece unos momentos antes de *Auld Lang Syne* *). Una mujer sueca, con la que mantenía correspondencia, me comentó que dejó a su mascota, un caracol llamado Björn (significa oso), en el Polo Sur durante el período Cámbrico, permitiéndole avanzar lentamente hacia Malmö; es un buen ejemplo para visualizar el tiempo en relación a la geografía. John McPhee ha aportado la metáfora más sorprendente de todas (en *Valle y Cordillera*): Consideremos la historia de la tierra como la medida de la antigua yarda inglesa, es decir, la distancia entre la nariz del rey y el extremo de su mano estirada. El golpe del filo de una uña en su dedo medio bastaría para borrar la historia de la humanidad.

¿Cómo hicieron los estudiosos de la tierra esta cardinal transición desde miles a billones? Ningún tema puede ser más importante para nuestra investigación si lo que intentamos comprender es la historia del pensamiento geológico.

* *Auld Lang Syne* es el título de una canción tradicional escocesa que versa sobre los antepasados. [N. del T.]

Mitos sobre el tiempo profundo

Las taxonomías limitantes son una maldición para la vida intelectual. El reconocimiento del tiempo profundo, de forma consensuada entre los estudiosos, se extiende en el período que va desde mediados del siglo XVII hasta principios del XIX. Como Rossi escribió (1984): «En los tiempos de Hooke los hombres tenían un pasado de seis mil años; en los tiempos de Kant eran conscientes de un pasado de millones de años.» Dado que la geología no existía como disciplina independiente y reconocida durante esas cruciales décadas, no podemos atribuir este suceso, cardinal en la historia intelectual, a un examen de rocas realizado por una agrupación de estudiosos de la tierra. En este sentido, Rossi (1984) argumenta persuasivamente que el descubrimiento del tiempo profundo combinó las percepciones de aquellos que ahora llamaríamos teólogos, arqueólogos, historiadores y lingüistas, así como de geólogos. Intelectuales pertenecientes a esta era de erudición asumieron todo el trabajo dentro de todas estas áreas.

Limito mi discusión a unos autores concretos, precisamente los mismos que más tarde los geólogos profesionales se adjudicarían como sus predecesores; y debo advertir de que soy consciente de que trabajo dentro del mismo marco que estoy tratando de demoler (o ampliar). En otras palabras, parto de las versiones sobre el descubrimiento del tiempo clásicamente aceptadas por todos los geólogos. Historiadores profesionales han reconocido ampliamente la índole falsa y panfletaria de esta mitología que, por otra parte, se sirve a sí misma; y quiero dejar claro que no hago reclamación ninguna sobre la originalidad de este punto de vista, pero tengo que decir que este mensaje no aparece en otras publicaciones, científicas o intelectuales.

También he querido ponerme unos límites geográficos, y he circunscrito mi estudio al escenario de la geología británica, del que he tomado a sus tres actores principales, de los que se puede decir que, mientras dos tienen el papel de héroes, el tercero lo tiene de villano.

El orden de aparición de estos personajes también expresa la típica mitología del descubrimiento del tiempo. Thomas Burnet, villano por infestarlo todo con dogmatismos teológicos, escribió su *Teoría Sagrada de la Tierra* en 1680. El primer héroe, James Hutton, trabajó exactamente un siglo después, escribiendo su versión inicial de la *Teoría de la Tierra* en 1780. Charles Lyell, segundo héroe y

codificador de la modernidad, escribió su tratado germinal, *Principios de Geología*, cincuenta años después, en 1830. (La ciencia, después de todo, progresa por aceleración, como sugiere este acercamiento a la verdad.)

La mitología usual encarna una tradición que los historiadores desdeñan con su etiqueta más despectiva: progresismo, o la idea de la historia como un relato de progresos, que nos permite juzgar a las figuras del pasado según su papel en la promoción de descubrimientos. En su *Interpretación progresiva de la historia* (1931), Herbert Butterfield lamenta la estrategia de los historiadores ingleses aliados al partido liberal, que escribieron la historia de su nación como una progresiva aproximación a sus ideas políticas:

El pecado en la composición histórica es abstraer los sucesos de su contexto, y organizarlos, implícitamente, en comparación con el presente, pretendiendo con esto que a los hechos se les permita hablar por sí mismos. Es imaginar que la historia tiene autoridad para dar juicios de valor, es también, asumir que se puede probar por el mero paso del tiempo que una idea o una persona estaban equivocadas (105-106).

La historia progresista tiene un apoyo particularmente tenaz en la ciencia, por una razón obvia, su consonancia con la leyenda más importante de la ciencia. Este mito sostiene que la ciencia difiere fundamentalmente de las otras actividades intelectuales en su búsqueda primordial para descubrir y registrar los hechos de la naturaleza. Estos hechos, cuando son recogidos y procesados en suficiente número, son guiados por una especie de fuerza bruta que les induce hacia grandiosas teorías que unifican y explican el mundo natural. Así pues, la ciencia es el relato final del progreso, y su motor de avance es el descubrimiento empírico.

Nuestros tratados de geología tratan el descubrimiento del tiempo profundo de esta manera progresista, como una victoria de la observación superior, al final liberada del constreñimiento de la superstición. (Cada uno de los siguientes capítulos contiene una sección acerca de los que yo llamo «tratados panfletarios».) En los viejos y malos tiempos, antes de que los estudiosos se levantaran de sus butacas para observar las rocas en el campo, las limitaciones bíblicas de la llamada cronología mosaica imposibilitaban cualquier entendimiento de la historia de nuestro planeta. Burnet representó este irracionalismo anticientífico, tan bien ilustrado por la impropia

inclusión de la palabra «sagrado» en su descripción principal de la historia de nuestro planeta. (A pesar de que tuvo considerables problemas por su interpretación alegórica de los «días» del Génesis como potenciales eras.) Así pues, Burnet representa la atrincherada oposición de la iglesia y la sociedad a las nuevas formas de ciencia observadora.

Hutton rompió con esta censura bíblica porque tenía la voluntad de anteponer los campos de observación a las ideas preconcebidas —hablar con la tierra, que ella os enseñará—. Dos claves en las observaciones de Hutton alimentaron el descubrimiento del tiempo profundo —primero, el reconocer el granito como una roca ígnea, esto representa una fuerza restauradora de edificación (de manera que la tierra puede reciclarse indefinidamente, en vez de erosionarse hasta la ruina); y, segundo, la adecuada interpretación de los relieves geográficos como límites entre ciclos de edificación y erosión (lo que suministra evidencia directa de episodios de renovación más que de una corta y lineal decrepitud).

Pero el mundo no estaba preparado para Hutton (y el era un escritor pésimo como para persuadir a alguien de algo). Así que la codificación del tiempo profundo tuvo que esperar a la aparición del gran tratado de Charles Lyell, *Principios de geología* (1830-1833). Lyell triunfó con su magistral compendio sobre las clases y formas de los procesos actuales en geología, demostrando que la lenta y persistente acción de las causas ordinarias podría, al extenderla en el tiempo profundo, dar lugar a todos los hechos geológicos (desde el Gran Cañón hasta cualquier extinción en masa). Los estudiosos de la tierra podían ahora rechazar los agentes milagrosos que la cronología bíblica había requerido incluir. Así pues, el descubrimiento del tiempo profundo ha supuesto un triunfo, de los más grandes de la historia, de la observación y la objetividad sobre el irracionalismo y la idea preconcebida.

Como en las historias de héroes, este informe del tiempo profundo que hace Lyell es tan rico en inspiración como pobre en precisión. Veinticinco años después N. R. Hanson, T. S. Kuhn y otros muchos historiadores y filósofos empezaron a organizar las complejas interrelaciones entre el hecho y la teoría y entre la ciencia y la sociedad; con lo que el racional y simplista flujo unidireccional desde la observación a la teoría ha quedado totalmente abandonado. Quizá la ciencia se distinga de otras actividades intelectuales por la base sobre la que interpreta y maneja los objetos naturales. Pero los

científicos no son máquinas de inducción robótica que infieren estructuras de explicación exclusivamente a partir de las constantes observadas en el fenómeno natural (asumiendo la duda de que un estilo de razonamiento de este tipo podría, en teoría, alcanzar importantes logros). Los científicos son seres humanos, inmersos en una cultura, y luchan con todos los curiosos instrumentos de deducción que permite la mente, desde la metáfora y la analogía, hasta los vuelos de la imaginación, a los que C. S. Peirce llamó «secuestros». La cultura predominante no es siempre el enemigo que identificó la historia liberal, en este caso fueron las restricciones teológicas las que llevaron a los primeros geólogos a ser, desastrosamente, traficantes de milagros. La cultura puede tanto potenciar como limitar, como la interpretación biológica que hace Darwin del modelo económico del *laissez-faire* de Adam Smith, asimilándolo como un modelo de selección natural (Schweber, 1977). En cualquier caso, no existen mentes objetivas ajenas a una cultura, así que debemos sacar el mejor partido posible de esta inevitable inmersión.

Es importante que nosotros, como profesionales de la ciencia, combatamos estos mitos para situar a nuestra profesión en el lugar que se merece. Los mitos pueden sernos útiles, en un campo muy limitado, como base lógica para una estrategia de manipulación: financiar nuestro trabajo y dejarnos en paz, porque sabemos lo que hacemos y vosotros no comprendéis nada. Sin embargo la ciencia, en su largo camino, puede dañarse a sí misma al autoproclamarse como un sacerdocio guardián de un ritual secreto, denominado método científico. La ciencia es accesible a todo aquel que piense, porque utiliza los instrumentos universales del entendimiento como herramienta específica. El entendimiento de la ciencia, prácticamente no es necesario repetir la letanía, se convierte en algo crucial en un mundo de biotecnología, computadoras y bombas.

No encuentro mejor manera de ilustrar este ecumenismo del pensamiento creativo que el desenmascarar (de una manera positiva) los mitos de cartón-piedra, que aún quedan sobre la ciencia como pura observación y aplicación lógica, divorciándola de las realidades de la creatividad humana y del contexto social. El mito geológico que envuelve el descubrimiento del tiempo profundo podría ser la más persistente de las leyendas.

Este libro respeta los límites definidos por el mito, para así derribarlos desde dentro. Analizo en detalle los textos más importantes de aquellos tres actores principales (uno malvado y dos héroes),

tratando de encontrar la llave que abra las visiones esenciales de estos autores, visiones borradas por una tradición que les dibuja como enemigos o como simples avatares del progreso. Encuentro esta llave en una dicotomía de metáforas que expresan opiniones conflictivas acerca de la naturaleza del tiempo. Burnet, Hutton y Lyell, todos ellos, lucharon con estas viejas metáforas, haciendo malarismos y yuxtaponiéndolas hasta que cada uno sacó sus conclusiones propias sobre la naturaleza del tiempo. Se puede decir con seguridad que estas conclusiones alimentaron el descubrimiento del tiempo profundo, tanto como lo hicieron la observación de las rocas y de los afloramientos. La interacción entre fuentes internas y externas (teorías inspiradas en metáforas y observaciones limitadas por teorías) marca cualquier movimiento importante dentro de la ciencia. Entenderemos el descubrimiento del tiempo profundo cuando reconozcamos que en las metáforas subyacen siglos de debate, como una herencia común de todos los que han luchado con enigmas tan básicos como la dirección y la inmanencia.

Las dicotomías

Cualquier estudioso que haya profundizado en los detalles de un intrincado problema dirá que su complejidad no puede ser resumida en una dicotomía: un conflicto entre dos interpretaciones opuestas. Todavía, por razones que no alcanzo a entender, al pensamiento humano le gusta dicotomizar, al menos en nuestra cultura, y probablemente de manera más generalizada, como se puede ver en análisis estructuralistas de sistemas no occidentales. Dentro de nuestra tradición, el afán por la dicotomía se puede extender, por lo menos, hasta el famoso aforismo de Diogenes Laertius: «Protágoras afirmó que cada cuestión tenía dos caras, una exactamente opuesta a la otra.»

Siempre he renunciado a este tipo de simplificaciones, pero ahora creo que, en la línea de la dicotomía, se podría encontrar alguna forma de estrategia pluralista más satisfactoria. No quiero persuadir a nadie para que abandone la cómoda y familiar táctica de la dicotomía, lo que pretendo es la posibilidad de ampliar el marco de las investigaciones planteando dicotomías más apropiadas, o simplemente

te diferentes a las convencionales. A pesar de que todas las dicotomías son simplificaciones, la interpretación de un problema a lo largo de los diferentes ejes de varias dicotomías ortogonales podría proporcionarnos cierta amplitud dentro de un adecuado espacio intelectual, sin forzarnos a renunciar a nuestro más cómodo instrumento del pensamiento.

Realmente el problema no sería la tendencia a la dicotomía, el problema sería que estas simples divisiones en dos, que imponemos a la complejidad del mundo, sean incorrectas o que induzcan a error. Lo inadecuado de algunas dicotomías reside en su anacronismo. Darwin, por ejemplo, creó una escisión tan destacada, que nos hace tender a imponer la típica dicotomía sobre su conquista: evolución versus creación. Revisando esta cuestión en la historia, encontramos una legión de ejemplos en los distintos debates sobre las principales materias, algunos de los cuales se estudian en mis ensayos. Desde exuberantes precursoristas que dicen encontrar semillas de darwinismo en el pensamiento griego; hasta la búsqueda de atisbos de evolucionismo en trabajos anteriores a Darwin; y lo malo es que nos pueden hacer pasar por alto la importancia de un extenso y sutil tratado de embriología, simplemente por unas fugaces alusiones a ciertos cambios (ver Gould, 1985, en Maupertuis); incluso se puede llegar a equivocar el reparto de papeles, como pasó nada menos que con los creadores de una gran tradición en biología estructural (desde Geoffroy Saint-Hilaire hasta Richard Owen), porque su teoría de cambio negaba una base medioambiental, lo que resultaba antirrevolucionario para aquellos que equipararon el cambio con ulteriores opiniones acerca de sus mecanismos (Gould, 1986, sobre Richard Owen).

En la tradición liberal de la historia de la ciencia aparecen otras muchas dicotomías inductoras de errores, como aquellas que tan desastrosamente han repartido los papeles en la historia de la geología y de su descubrimiento del tiempo profundo: uniformitarismo/catastrofismo, empiricista/especulador, razón/revelación, verdadero/falso. Lyell, como veremos, fue el responsable de gran parte de la retórica de estas divisiones, pero si su discurso ha tenido éxito ha sido por aceptarle sin apenas sentido crítico.

Aquí no espero plantear otras dicotomías que sean más «verdad», las dicotomías pueden ser útiles o inductoras de error, no verdaderas o falsas. Son modelos que tratan de simplificar la organización del pensamiento, no doctrinas sobre nuestro planeta. Yo aún creo, por

razones que perfilaré en la sección siguiente, que hay una dicotomía olvidada acerca de la naturaleza del tiempo que tiene un particular valor para desentrañar las ideas de mis tres actores claves en el drama del tiempo profundo.

Todas las grandes teorías son expansivas, y todas las ideas, de gran alcance e implicación, están apoyadas en conclusiones acerca de la naturaleza de las cosas. Podemos considerar estas visiones como «filosofía», o «metáfora», o «principios de organización», pero hay algo que claramente no son: simples inducciones a partir de hechos observados en el mundo natural. Trataré de demostrar que Hutton y Lyell, descubridores del tiempo profundo según la tradición británica, estaban motivados tanto (o más) por tal visión del tiempo, como por un amplio estudio de las rocas en el terreno. E incluso demostraré, por lógica, por psicología, y por la forma de desarrollar sus ideas, que sus visiones tenían prioridad sobre el intento de encontrar un soporte empírico. También demostraré que Thomas Burnet, el malvado en la historia liberal, intentó equilibrar los dos polos de la misma dicotomía que Hutton y Lyell interpretaron inclinándose hacia uno de los dos polos, y que, por muchas razones, la interpretación de Burnet resulta más aceptable hoy en día. En otras palabras, el tiempo profundo impuso una visión de la realidad enraizada en las viejas tradiciones del pensamiento occidental, como se refleja en la nueva forma de entender las rocas, fósiles y estratos.

Esta dicotomía crucial encarna los temas más antiguos y profundos del pensamiento occidental sobre la esencia del tiempo: visiones lineales o circulares, o la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo.

La flecha del tiempo y el ciclo del tiempo

Vivimos inmersos en el paso del tiempo —en una matriz sentenciada por muy distintos tribunales: por lo inmanente, que no parece cambiar; por la repetición cósmica de días y estaciones; por los sucesos aislados de guerras y desastres naturales; por una aparente direccionalidad en la vida, desde el nacimiento y el desarrollo, hasta la decrepitud, la muerte y la putrefacción—. En medio de este bullicio, interpretado además de diferente forma en cada una de las distintas culturas, la tradición judeo-cristiana ha intentado aproximarse al tiempo haciendo verdaderos equilibrios y piruetas entre los dos extremos de una dicotomía primaria acerca de la naturaleza de

la historia. En nuestra tradición, estos polos han merecido toda nuestra atención, porque cada uno de ellos contiene un tema ineludible para la lógica y la psicología con la que entendemos la historia: son los dos requisitos de unicidad para señalar los momentos del tiempo como específicos, y lícitos para establecer las bases para un entendimiento.

En un extremo de la dicotomía, que llamaré flecha del tiempo, la historia es una irreversible secuencia de sucesos irrepetibles. Cada momento ocupa una posición específica en una serie temporal, y todos los momentos, considerados en la secuencia adecuada, determinan una sucesión de sucesos enlazados que se mueven en una dirección.

En el otro extremo, que llamaré ciclo del tiempo, los sucesos no se consideran como episodios específicos con un impacto causal sobre una historia contingente. Los estados fundamentales son inmanentes al tiempo, siempre presentes y nunca cambiantes. Los aparentes movimientos son sólo partes de un ciclo que se repite, y las diferencias del pasado serán las realidades del futuro. El tiempo no tiene dirección.

Realmente no presento nada original. Este contraste ha sido descrito tan frecuentemente, y por tantos estudiosos eminentes, que se ha convertido (por la interesante percepción que aporta) en un virtual cliché de la vida intelectual. También es tradicional, y esencial en este libro, señalar que la tradición judeo-cristiana se ha esforzado en abrazar lo más significativo de estos polos opuestos, y que la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo están destacadamente representados en la Biblia.

La flecha del tiempo es la principal metáfora en la historia bíblica. Un día Dios crea la tierra, instruye a Noé para soportar un singular diluvio en una arca muy especial, en un momento concreto entrega a Moisés los Mandamientos, y envía a su hijo, a un lugar determinado y en un momento específico, para morir por nosotros en la cruz y resucitar al tercer día. Muchos estudiosos han identificado la flecha del tiempo como la más importante y específica contribución del pensamiento judío. La mayor parte de los demás sistemas, anteriores y posteriores, han favorecido la inmanencia del ciclo del tiempo sobre la cadena de la historia lineal.

La Biblia también dibuja una cara oculta del ciclo del tiempo, concretamente en el libro Eclesiastés, donde metafóricamente se invocan los ciclos solar e hídrico para ilustrar la inmanencia del estado

de la naturaleza («no hay nada nuevo bajo el sol»), y el vacío de la riqueza y el poder, porque en un mundo de recurrencias los ricos acaban envileciéndose —vanidad de vanidades, dijo el predicador.

Levántase el sol, se pone y corre con el afán de llegar a su lugar, de donde vuelve a levantarse. Tira el viento al mediodía, gira al norte, va siempre dando vueltas y retorna a sus giros. Los ríos van todos al mar, y la mar no se llena; allá de donde vinieron tornan de nuevo, para volver a correr. Lo que fue, eso será. Lo que ya se hizo, eso es lo que se hará... (Eclesiastés 1:5-9).

Aunque en este documento fundamental para nuestra cultura co-existan ambas perspectivas, no hay duda de que el tiempo como flecha es la visión más usual y familiar para los occidentales más cultivados. Como metáfora subyace en toda la Biblia, y desde entonces su vigor sólo ha ido en aumento, obteniendo un especial empuje a partir de las ideas de progreso que se han desarrollado en nuestras revoluciones científicas y tecnológicas desde el siglo XVII en adelante. Richard Morris escribe en su reciente estudio sobre el tiempo:

Antiguamente se creía que el tiempo era de carácter cíclico... Nosotros, por contra, habitualmente pensamos que el tiempo es algo que se extiende a lo largo de una línea recta hacia el pasado y hacia el futuro... El concepto lineal de tiempo ha tenido un hondo impacto en el pensamiento occidental. Sin él, hubiera sido difícil concebir la idea de progreso, o hablar de evolución cósmica o biológica (1984, 11).

Cuando proclamo que el tiempo como flecha es nuestra concepción habitual, y cuando pongo como condición previa para su entendimiento la idea de unos momentos específicos en secuencia irreversible (ver p. 80), por favor, tengan en cuenta que estoy discutiendo una visión de la naturaleza de las cosas sin poder librarme de los condicionantes de mi época y de mi cultura. Como Mircea Eliade dice en la más importante de las obras modernas sobre ciclos y flechas, *El Mito del Eterno Retorno* (1954)¹, a lo largo de la historia, la inmensa mayoría se ha aferrado al ciclo del tiempo, viendo a la flecha del tiempo como algo inconcebible o como una fuente del más profundo de los temores (Eliade titula su último capítulo

¹ En el subtítulo *Historia y Cosmos*, Eliade contrasta su eslogan que resume los conceptos de ciclo del tiempo y de la flecha del tiempo.

«el terror de la historia»). La mayoría de las culturas han retrocedido ante la idea de que la historia no represente una estabilidad permanente, y que los hombres (con sus guerras), o las catástrofes naturales (con sus consecuencias de devastación y escasez) sean un reflejo de la esencia del tiempo, y no una eventualidad sujeta a que un predicador la revoque o aplaque mediante un ritual. La flecha del tiempo es el producto particular de una cultura, actualmente difundida por todo el mundo, y especialmente «exitosa», al menos en términos materiales y numéricos. En la historia, el interés por lo nuevo y lo irreversible aparece como un reciente descubrimiento en la vida de la humanidad. Por el contrario la humanidad más arcaica se defendió, con todas sus fuerzas, de las novedades y los hechos irreversibles que la historia impone (Eliade, 1954, 48).

Hay que reconocer que la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo no son meros marcos culturales, pero también hay que reconocer que son representaciones demasiado simples como para aplicarlas sistemáticamente en todas las complejas y variadas posturas. En particular, Eliade demuestra que cada polo de esta dicotomía enfrenta, al menos, dos versiones diferentes, por supuesto afines en esencia, pero con importantes distinciones. El ciclo del tiempo podría referirse a una cierta e inmutable permanencia, o estructura inmanente («arquetipo y repetición» de Eliade), o bien, a ciclos recurrentes de sucesos independientes que se repiten con precisión. Análogamente, el antiguo concepto hebreo de la flecha del tiempo, como una hilera de sucesos independientes entre los dos puntos fijos de la creación y de la terminación, difiere mucho de la muy ulterior noción de dirección inherente (lo que normalmente es un concepto de progreso universal, pero que a veces es un camino sin retorno hacia la destrucción, como en el caso del «calor letal» que produce el efecto invernadero sobre la termodinámica de la tierra, que predicen los catastrofistas de la época de Lyell como consecuencia del continuo enfriamiento del magma original). Unicidad y dirección se abrazan en la idea moderna de la flecha del tiempo, aunque tuvieron sus orígenes en contextos dispares y épocas diferentes.

El contraste entre flechas y ciclos subyace tan hondamente en el pensamiento occidental sobre el tiempo, que un suceso tan esencial como el descubrimiento del tiempo geológico, raramente se puede concebir sin influencias de estos antiguos y persistentes conceptos. Trataré de demostrar que la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo dieron lugar a un tema de debate, y que se mostraron tan funda-

mentales para la formulación del tiempo profundo como cualquier observación de la naturaleza. Si debemos aceptar las dicotomías, la de la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo es «correcta», o al menos muy útil, como marco de trabajo para el entendimiento de la más grande contribución de la geología al pensamiento humano. No hago esta afirmación a priori o por principio, sino por cuatro razones concretas que defenderé a lo largo de este trabajo.

Primero: la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo podrían ser algo demasiado simple y demasiado limitado, pero al menos, era «su» dicotomía. En el contexto reconocido por Burnet, Hutton y Lyell, más que en el contraste anacronista o moralista propuesto por los panfletos de la historia liberal (observación/especulación, o uniformidad/catástrofe).

Segundo: hemos perdido el adecuado contexto que ellos propusieron, porque el polo que corresponde al ciclo del tiempo se ha convertido actualmente en algo tan extraño, que nos cuesta aceptar en él un principio de influencia sobre nuestros héroes (especialmente cuando les vemos meramente como observadores de élite con una mentalidad esencialmente moderna). Además, la idea del ciclo del tiempo encarna principios básicos de interpretación, que necesitamos recuperar (o al menos no rechazar por su inadecuación empírica). Eliade, importante estudioso de mitos, elogió la reintroducción de la noción del ciclo del tiempo no porque pudiera juzgar su veracidad, sino porque él entendió muy bien el más hondo significado de su metáfora:

La reaparición de las teorías cíclicas en el pensamiento contemporáneo está llena de significado. Como somos incapaces de aprobar juicios acerca de su validez, nos encerramos en la idea de que formular mitos arcaicos en términos modernos, por lo menos traiciona el deseo de encontrar un significado y una justificación transhistórica de los hechos históricos (1954, 147).

Tercero: llegué a convencerme del carácter fundamental de esta dicotomía porque desveló (al menos para mí) la esencia de tres importantes documentos, que tantas veces había leído sin conseguir unificar su contenido. Elementos que había considerado como dispartes tomaron forma concreta; era capaz de reconsiderar falsas alineaciones propuestas por dicotomías liberales, y de leer estos textos con una taxonomía más adecuada para expresar la propia visión de sus autores. La prueba de valor de cualquier principio de orga-

nización es su éxito para representar cuestiones específicas, y no su estatus como generalidad abstracta. La flecha del tiempo y el ciclo del tiempo desvelaron aspectos de cada texto, lo que me permitió captar la esencia de temas que se habían dejado de lado o que no se acababan de reconocer del todo.

En Burnet pude entender su tratado (y su portada) como el campo de batalla de la lucha interna y la difícil unión entre las dos metáforas. En *El Prodromus* comprendí el profundo vínculo que existía entre su visión de la tierra y la de Steno, pese a que ambos textos eran considerados normalmente como polos opuestos de lo inapropiado y arcaico frente a la dicotomía moderna. En Hutton, al final entendí su concepto como la forma más pura de ciclo del tiempo, y descubrí una diferencia fundamental entre él y John Playfair, una diferencia totalmente centrada en el tema de ciclos y flechas, pero que no se puede entender fuera de su contexto. En Lyell capté cuestiones esenciales detrás de su método para datar rocas terciarias, y supe al fin por qué había convertido en una mera técnica la parte fundamental de un tratado de teoría. Y entendí la razón de su ulterior lealtad al evolucionismo, se trataba de una estrategia conservadora para retractarse lo menos posible de su idea del ciclo del tiempo, no el testimonio de un representante de la cruzada radical de Darwin.

En un amplio sentido, la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo se convirtieron en el tema central de este libro cuando me di cuenta que el interés de Hutton y Lyell por el tiempo profundo nacía, fundamentalmente, de un compromiso con la visión atípica del ciclo del tiempo, y no (como profesa el mito) de un elevado conocimiento de las rocas en el campo. En nuestro mundo actual de flecha del tiempo, nunca entenderemos a los dos «padres» de nuestra profesión, a menos que recuperemos su visión y su metáfora.

Cuarto: la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo son, si queréis, una «gran» dicotomía, porque cada uno de sus polos capta, en esencia, un tema tan central para la vida intelectual (y práctica), que los occidentales que esperen comprender la historia deben tomar partido con ambos; porque con la flecha del tiempo entendemos hechos específicos e irreversibles, y con el ciclo del tiempo entendemos el orden atemporal y una ley estructural. Así que debemos partir de ambos.

Advertencias

Este libro tiene un ámbito y un propósito limitados y autónomos. No se trata de un trabajo de erudición convencional, se trata de un intento personal para entender ciertos documentos clave, generalmente mal interpretados (al menos por mí, en mis primeras lecturas, antes de que captara el papel de la visión y de la metáfora en la ciencia). No quiero llamar la atención por la originalidad del tema de la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo; esta dicotomía ha sido explorada por muchos estudiosos del tiempo: Mircea Eliade, Paolo Rossi, J. T. Fraser y Richard Morris en nuestra generación; y retrocediendo en la historia, desde Nietzsche hasta Platón. También muchos historiadores de la geología (desde Reijer Hooykaas, hasta C. C. Gillispie, hasta M. J. S. Rudwick y hasta G. L. Davies, entre otros) han reconocido su influencia, pero no han desarrollado la esencia de su equilibrio a lo largo de un análisis textual.

Por otra parte, en este libro se utiliza un método casi reaccionario que suplico no ofenda a mis colegas de la historia de la ciencia. Se apoya, antes que nada, en taxonomías restrictivas, como Rossi (1984) cuando plantea tan adecuadamente sus representaciones por el método del contraste. El descubrimiento del tiempo se debe prácticamente al trabajo de tres pensadores de Gran Bretaña (les utilizo únicamente para tratar de dispersar el tradicional mito desde su interior). Además, también se sigue el anticuado y limitado método de *explication des textes*. Esta obra es un minucioso análisis de la lógica interna de las primeras ediciones de tres obras, que podemos considerar semilla para la historia de la geología. No sostengo que un procedimiento tan miope pueda suplantar la verdad, especialmente desde que los grandes avances actuales en el entendimiento de la ciencia han emergido de la estrategia opuesta del análisis expansivo y la exploración de contextos sociales. Pero guardo una profunda admiración por esas obras. No podría ni siquiera haber empezado a concebir este libro sin las ideas procedentes de los amplios horizontes que esas expansivas obras nos proporcionan a todos. Hay que tener en cuenta que las ideas de Burnet no pueden ser entendidas fuera del contexto de Inglaterra en su gloriosa revolución (la cual tuvo que ver con la publicación de sus tratados sobre el pasado y el futuro de la tierra), y no hay que olvidar su enfrentamiento con los pensadores radicales que seguían anclados en el pasado. Así, también pienso que estudiar la obra de James Hutton sin deparar en el Edim-

burgo de David Hume, Adam Smith y James Watt (por citar otro escocés) es como separar prematuramente a un niño del seno de su madre.

Sin embargo, aún veo algo de valioso en el venerable método de *explication*. Las fuentes sociales y psicológicas de un texto son múltiples, las razones por las que existe, y por qué expone un punto de vista y no otro. Todo eso es muy importante, pero verdaderamente las grandes obras tienen además una lógica interna que invita al análisis en sus propios términos, como si contuviera dentro de sí un argumento, coherente por la claridad de su visión y por su síntesis de cuidada construcción. Todas las piezas encajan una vez que has captado esta lógica interna.

Incluso iría más lejos y diría que el saludable tema del contexto social en ocasiones nos puede apartar de la lógica de un documento, porque descomponemos los elementos de una amplia composición en aspectos dispares, olvidando a veces que su adhesión dentro de la obra es de una manera casi orgánica, como si las tapas de un libro fueran la piel de un organismo. (Debemos esforzarnos en entender la ecología de cualquier criatura desde fuera, pero morfologistas como Goethe, Geoffroy, Owen o D'Arcy Thompson entendieron también el valor del análisis estructural desde dentro.) Los grandes argumentos tienen una universalidad (y una belleza) que trasciende en el tiempo, por lo que, además de no perder su coherencia interna, debemos esforzarnos en entender sus razones sociales y psicológicas.

No creo que podamos ser acusados de una liberalidad sin renovar por buscar una orientación y un moderno entendimiento de importantes argumentos del pasado, los ejemplos de auténtica sabiduría son pocos y muy separados en el tiempo, y necesitamos todos los que podamos conseguir. Además, como hemos dicho antes, el descubrimiento del tiempo era algo tan central, dulce y provocativo, que difícilmente podemos esperar que se repita algo de equiparable categoría. Los textos de este descubrimiento contendrán siempre nuestros más preciados e instructivos documentos, porque encarnan una amplitud de miras y de pasión, que raro sería que se repitiese. Finalmente, algo tan básico y fundamental que frecuentemente omitimos decir: el estudio de las principales obras de los grandes pensadores no necesita otra razón que el puro placer que tal poder intelectual proporciona. El principal motivo de mi estudio fue la simple diversión.

Aunque lo básico de mi procedimiento podría parecer restrictivo, he tratado de dar amplitud a determinadas cuestiones. Particularmente, el hecho de que los textos sean unificados por la lógica interna de un argumento presupone que las ilustraciones gráficas se integren en el conjunto, y que no aparezcan como pequeñas y bonitas bagatelas para únicamente incrementar el valor estético o comercial. Los primates somos animales en los que predomina el sentido de la vista, y (particularmente en ciencia) la ilustración tiene un lenguaje y toda una batería de convenciones propias. Rudwick (1976) desarrolla este particular en uno de sus artículos más interesantes, pero hay que decir que generalmente los intelectuales se han mostrado reticentes en añadir otra dimensión al tradicional núcleo de las palabras. Dentro de mi tema de metáforas y visiones, traídas a un mundo de observación, el índice de ilustraciones asume un papel especialmente importante. Me he dado cuenta de que las imágenes supusieron una llave en mi conocimiento del ciclo del tiempo y de la flecha del tiempo, fueron como el primer campo de batalla de la lucha intelectual. A partir de que entendiera la complejidad de la portada de Burnet, fue cuando me hice con una idea general para este libro. Así pues, empezaré cada capítulo con la discusión de una ilustración importante, generalmente mal interpretada o ignorada, que capte la metáfora del tiempo que en cada capítulo defienda cada protagonista.

Cuando Goethe, ya anciano, asistió al debate más importante de cierta dicotomía en 1830, reconoció que los argumentos en l'Académie des sciences podrían llegar a ser más importantes a largo plazo, y no en la revolución política en la que en esos momentos se veían sumergidas las calles de París. Concretamente, Cuvier y Geoffroy, los más grandes biólogos de Francia, estaban discutiendo ampliamente la importante dicotomía de lo estructural frente a lo funcional, en relación a la forma (no peleando dentro del naciente conflicto de evolución versus creación, como se diría en la anacrónica tradición posterior). Goethe comprendió desde el núcleo de su propio trabajo que el arte y la ciencia podrían ser caras adyacentes de un conjunto intelectual; entendió la pasión de la ciencia como un enfrentamiento de ideas, y no como un mero compendio de información. También Goethe entendió que algunas dicotomías deben intentar una armonía, y no mantener un enfrentamiento hasta que uno de los polos fulmine al otro, porque cada uno de ellos guarda una propiedad esencial de algún mundo inteligible. Goethe escribió acer-

ca de la biología estructural y funcional (podríamos leer flecha del tiempo y ciclo del tiempo): «Cuanto más esencialmente afines sean estas dos funciones de la mente, como inhalar y exhalar, mejor será el panorama para la ciencia y para los amigos de la ciencia.»

Capítulo 2

EL CAMPO DE LA BATALLA DEL TIEMPO DE THOMAS BURNET

La portada de Burnet

La portada de la obra de Thomas Burnet *Telluris theoria sacra* (*Teoría Sagrada de la Tierra*) podría ser el más completo y preciso epítome, jamás presentado en forma de dibujo; porque representa simultáneamente el contenido del texto de Burnet y su propio debate interno acerca de la naturaleza del tiempo y de la historia (figura 2.1).

Bajo el indispensable marco de querubines (dada la época barroca de Burnet), aparece Jesús, en lo alto de un círculo de esferas, su pie izquierdo sobre el inicio, y el derecho sobre la culminación de la historia de nuestro planeta. Sobre su cabeza vemos la famosa declaración del Libro de la Revelación: Yo soy alfa y omega (el principio y el final, el primero y el último). Siguiendo las convenciones de la asociación de relojeros y de la escatología (con los malos días del pasado, lado siniestro de la divinidad, anteriores a la salvación, a la izquierda), la historia se mueve siguiendo la dirección de las agujas del reloj, de medianoche a mediodía.

En primer lugar vemos (bajo el pie izquierdo de Cristo) el caótico planeta original «vacío y sin forma», una jungla de partículas y oscuridad en la superficie de lo profundo. A continuación, después

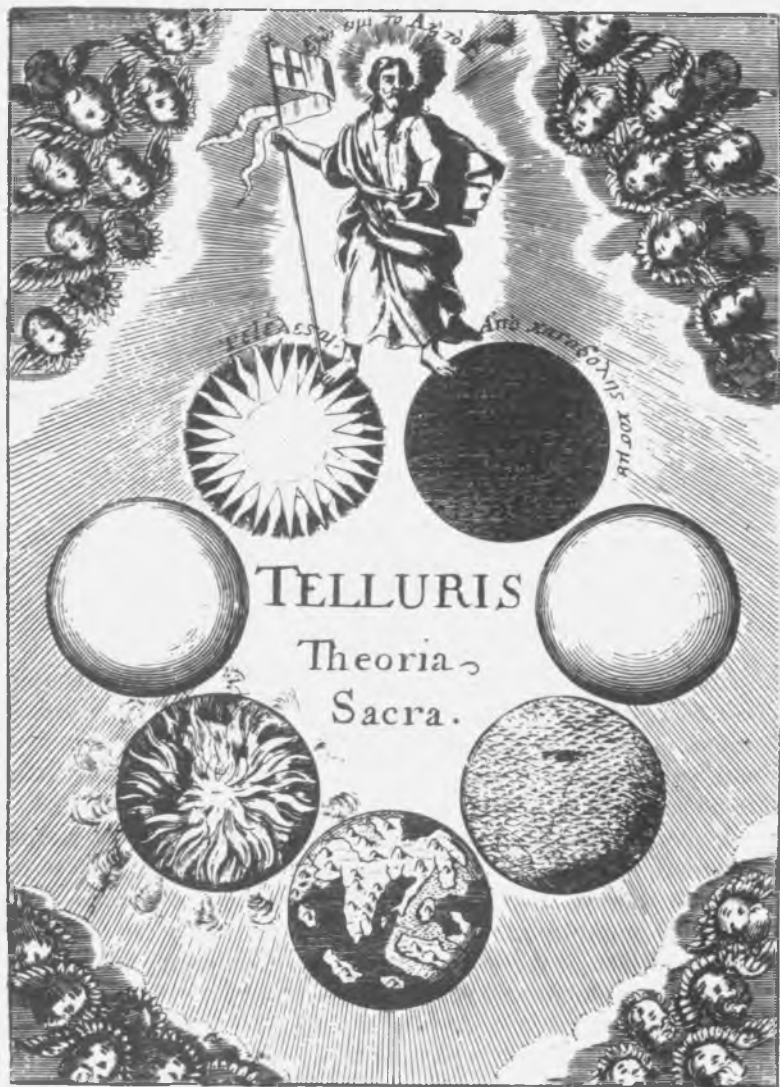


FIGURA 2.1.—Portada de la primera edición de la obra de Thomas Burnet *Telluris theoria sacra*, o Teoría sagrada de la Tierra.

de la resolución del caos en una serie de capas uniformes y concéntricas, vemos la tierra perfecta del Edén, con su paraíso original, una esfera uniforme y lisa. Pero llega el momento de castigar nuestros pecados con el diluvio, y la tierra aparece sumergida en una total inundación (sí, la pequeña figura que apenas se aprecia en su centro es Noé con su arca sobre las olas). Entonces se retiran las aguas, dejando agrietada la corteza de nuestro planeta tal como se presenta actualmente, «un quebrado y confuso montón de estructuras». En tiempos que vendrán, como pronosticó el profeta, la tierra será consumida por el fuego, de nuevo será lisa y uniforme, por su degradación en hollín y cenizas se recuperará la perfección concéntrica. Cristo, con sus santos resucitados, reinará sobre esta nueva esfera durante miles de años. Hasta que finalmente, después de la última batalla victoriosa contra las fuerzas del diablo, el juicio final designará a cada cuerpo su lugar adecuado, los justos ascenderán al cielo, y la tierra (bajo el pie derecho de Cristo), no necesaria por más tiempo como morada humana, se convertirá en una estrella.

Este relato encarna a la perfección la flecha del tiempo. Se trata de una amplia y apoteósica narración acerca de una secuencia específica de estadios con un principio concreto, una clara trayectoria, y un final particular. ¿Quién podría encontrar una historia mejor?

Pero la portada de Burnet registra algo más que la flecha del tiempo. Las esferas están dispuestas en círculo, y no en línea o en alguna otra manera de narración exclusivamente sustancial; y la figura de Cristo, la Palabra que estuvo con Dios en el principio, aparece a caballo entre el inicio y la culminación. Consideremos también la cuidadosa posición de las esferas, con la que representa a nuestro actual planeta situada en el centro, entre dos flancos simétricos. También cabe destacar la intencionada correspondencia entre el flanco derecho y el izquierdo: el planeta perfecto que aparece tras la precipitación de los elementos del caos (a las 3.00) tiene justo en frente, a las 9.00, el planeta que vuelve a ser perfecto después de la precipitación de las partículas que resultaron de la conflagración; o la situación del planeta actual, en su conocido estado ruinoso, entre la inundación y el incendio.

En otras palabras, Burnet expone su narrativa (la flecha del tiempo) en el contexto del ciclo del tiempo: una eterna presencia divina en lo alto, una disposición circular de esferas que empiezan y terminan en inmanencia, y un complejo juego de correspondencias entre nuestro pasado y nuestro futuro.

Este dibujo también representa, con la misma precisión, las dudosas razones por las que se le atribuye a Burnet el papel de destacado traidor en la historia de la geología, símbolo del mayor impedimento en el descubrimiento del tiempo profundo. Porque nos hace ver la historia de la tierra como algo íntimamente entretejido, e incluso dictado, por una lectura estrictamente literal de los textos sagrados.

El Burnet de los libros de texto

Burnet aparece en nuestros libros de texto como el arquetipo de una idolatría bíblica que retuvo el progreso de la ciencia. Es un comentario ya tradicional, que podemos remontar a los trabajos de los otros dos protagonistas de este libro: a James Hutton, que escribió de Burnet: «Seguramente esto no pueda ser considerado bajo otra luz que la de un sueño, forjado sobre la ficción poética de una edad de oro» (1795, I, 271); y a Charles Lyell, que declaró que «incluso ni Milton se había aventurado en su poesía a dar rienda suelta a su imaginación con tanta libertad... como este escritor, que muestra pretensiones de filósofo profundo» (1830, 37).

Nadie profesó fe en lo empírico de forma más pura que el destacado geólogo escocés Archibald Geikie. En su *Fundadores de la Geología* (1897) apoya la tradición de considerar héroes a los que estudian el campo, y villanos a los especuladores. Este libro, al ser el texto patrón de la historia de la geología durante muchas generaciones, se convirtió en fuente de muchos dogmas, aún sin resolver en los tratados actuales. Geikie incluye el libro de Burnet entre las «mostruosas doctrinas» que infectaron la ciencia a finales del siglo XVII: «En ninguna parte corrió la especulación de manera más absolutamente alborotada que en Inglaterra, en relación a las teorías del origen y estructura de nuestro planeta» (1905 ed., 66). Entonces Geikie, ante este dilema retrospectivo, presentó su solución empírica: los hechos deben predecir a la teoría, «Tuvo que pasar mucho tiempo para que el hombre comprendiera por fin, que cualquier teoría válida sobre la tierra debe apoyarse en evidencias procedentes de la tierra misma, y que ninguna teoría puede ser adecuadamente enmarcada hasta que un amplio cuerpo de evidencias hayan sido recopiladas» (1905 ed., 66).

Horace B. Woodward, en su *Historia Oficial de la Geological*

Society of London (1911, 13), situó la obra de Burnet dentro de los «románticos e infructuosos trabajos» de su tiempo. La más interesante de todas las críticas viene de una fuente muy peculiar. George McCready Price, padre y creador de la pseudociencia conocida por sus seguidores como «creacionismo científico», consideró a Burnet como una seria amenaza para su sistema. Price deseó afirmar el literalismo bíblico con una aproximación inductiva basada estrictamente en trabajos de observación en el campo. Según el viejo principio de que el enemigo de dentro es más peligroso que el enemigo de fuera, Price quiso distanciarse lo más lejos posible de hombres como Burnet, que proclamaron su historia bíblica de la tierra desde sus cómodas butacas:

Sus alocadas suposiciones sobre la Biblia y sobre la auténtica ciencia, merecen ser nombradas como parodias; cada vez que aparece la palabra «diluvial» lo hace en tono de burla. Hubiera sido mejor para la posterior historia de todas las ciencias, si los estudiosos de las rocas hubiesen estado dispuestos a investigar pacientemente los registros, y a mantener adecuadamente sus fantasías bajo cuerda, hasta que hubieran reunido los suficientes hechos para basar una auténtica inducción o generalización.

Esta caracterización persiste en nuestra generación. Fenton y Fenton, en su popular obra *Gigantes de la Geología* (1952, 22), rechaza la teoría de Burnet como «una serie de ideas excéntricas acerca del desarrollo de la tierra», e interpreta mal sus mecanismos, los entiende como una serie de intervenciones divinas: «Thomas Burnet pensó que un Dios terrible había utilizado los rayos del sol como un cincel, para romper la corteza y dejar que las aguas profundas brotasen sobre una humanidad impenitente.» Davies (1969, 86), en su excelente historia de la geomorfología británica, declara que las geologías bíblicas de Burnet y otros, «siempre han tenido una particular fascinación para los historiadores, como un estrafalario capricho de una pseudociencia».

Ciencia *versus* religión

La matriz que soporta este canónico desprestigio de Burnet es el supuesto conflicto, o guerra, entre la ciencia y la religión. Aunque los estudiosos han argumentado *ad nauseam* que tal dicotomía no

existe, que el debate, si alguna vez dio lugar a una escisión importante, fue entre tradicionalistas (la mayoría pertenecientes a la iglesia) y modernistas (la mayoría de los científicos y, siempre, algún estu-dioso vinculado a la iglesia). Esta simple y atractiva idea persiste.

El *locus classicus* de «la guerra de la ciencia con la teología» está en la obra de dos volúmenes (1896), así titulada, de Andrew Dickson White, director de la Universidad de Cornell. White, aunque personalmente se trataba de un hombre devoto, mantuvo un fuerte compromiso con la primera enmienda, y su ambición fue fundar una universidad de carácter no confesional. Hablando de su trabajo con Ezra Cornell, escribió: «Lejos de querer herir a la cristiandad, los dos nos esperamos en promover esto, pero no confundimos religión con sectarismo» (1896, vii). Entonces White presentó su principal tesis como un párrafo impreso en negrita:

A lo largo de toda la historia de la modernidad, las interferencias contra la ciencia en el supuesto interés de la religión, sin importar cómo de conscientes han sido tales interferencias, han tenido efectos calamitosos tanto para la ciencia como para la religión; y en el otro sentido, toda limitada investigación científica, sin importar el peligro que alguno de sus estrados podría suponer para la evolución de la religión, ha resultado invariablemente muy beneficiosa tanto para la religión como para la ciencia (1896, viii).

White empezó su libro con una metáfora. Es como si un miembro de la embajada de Estados Unidos en Rusia viera desde su habitación sobre el río Neva, en San Petesburgo, a una multitud de campesinos rusos rompiendo la barrera de hielo que aún retiene al río hasta el deshielo de abril. Los campesinos están haciendo cientos de pequeños canales a través del hielo, de manera que el río apresado pueda descargarse gradualmente, evitando así la gran inundación que originaría la repentina rotura de la barrera:

Las aguas de miles de crecidos arroyos están haciendo presión detrás (de la barrera de hielo); naufragio y basura se están amontonando contra la barrera, todos saben que acabará por ceder. Pero existe el peligro de que pueda...ceder repentinamente, arrancando incluso los muelles de granito de sus cimientos, trayendo la desolación a una enorme población... Los pacientes mujiks están haciendo las cosas bien. La barrera, expuesta cada vez más al calor de la primavera por las muescas de los canales que han hecho los mujiks, cederá gradualmente, y el río fluirá, para el beneficio y la belleza.

Las aguas crecientes, dice White, representan «el conocimiento que se incrementa y el pensamiento que se renueva»; la barrera es la religión dogmática y las convenciones inamovibles (entonces White confiesa la esperanza de que su libro pudiera actuar como el canal de un mujik, dejando que la luz penetre gradualmente). Porque si el dogma permanece inalterable, y la barrera se rompe (porque la verdad no puede ser siempre precedida), entonces aquel beneficioso torrente, sólo por su volumen, arrollaría más que la oscuridad: «... una repentina rotura, desastrosa y calamitosa, barrería, no solamente credos gastados y dogmas nocivos, sino también apreciados principios e ideales, e incluso arrancaría los cimientos religiosos y morales más considerados de toda nuestra estructura social y política» (1896, vi).

Burnet, en opinión de White, formaba parte de la barrera, un ejemplo de inadecuado intrusismo de la religión en asuntos científicos y, por tanto, un peligro de proclamación de teorías benevolentes. Esta interpretación subyace en lo limitado de nuestros tratados y lecciones. Los intelectuales modernos saben más, pero el mundo de los tratados es un club privado, donde se heredan los errores directamente, de generación en generación.

Metodología de Burnet

El reverendo Thomas Burnet fue un eminente pastor anglicano que llegó a ser el capellán privado del rey Guillermo III. Entre 1680 y 1690, Burnet publicó, primero en latín y después en inglés, los cuatro libros de *Telluris theoria sacra*, o *La Teoría Sagrada de la Tierra: Conteniendo un Informe del Origen de la Tierra, y de todos los Cambios Generales que se han experimentado, o que están por experimentar hasta la Consumación de todas las Cosas*. Con el Libro I sobre el diluvio, el Libro II sobre el paraíso anterior, el libro III sobre el venidero «incendio del mundo», y el libro IV «acerca de los nuevos cielos y la nueva tierra», o el paraíso recuperado después de la conflagración; Burnet contó la historia de nuestro planeta, proclamada por la infalible concordancia entre la Palabra de Dios (los Textos Sagrados) y la obra de Dios (los objetos de la naturaleza).

En señal previa de mi afecto por Burnet, espero no transmitir la impresión de que le defendería pintándole como un científico sometido al contexto de su tiempo, como hace la crítica con su obra. En

estos términos, claramente fracasa, como insisten sus detractores. *La Teoría Sagrada de la Tierra* es de muy pobre contenido empírico. Habla con igual confianza, y en comparable extensión, tanto de un futuro inobservable como de un pasado confirmable. Sus argumentos citan a las Sagradas Escrituras con tanta comodidad y frecuencia como a la naturaleza. Pero, ¿cómo podemos criticar a Burnet por mezclar ciencia y religión, cuando la taxonomía de su tiempo no reconocía tal división, e incluso no existía una palabra para lo que ahora denominamos ciencia? Burnet, cuyo tratado recibió grandes elogios por parte de Newton, fue un representante ejemplar de un estilo de erudición muy valorado en su época. Es cierto que aquel estilo impuso severos límites a lo que ahora llamaríamos verdad empírica, pero la historia retrospectiva, con sus patrones anacronistas, lo único que puede hacer es llevarnos a devaluar (y por tanto mal interpretar) a nuestros predecesores; porque la flecha del tiempo basa su dominio en la historia de la humanidad, fundamentalmente en la tendencia al progreso, y nos hace ver el pasado más funesto cuanto más nos remontemos en él.

Propongo tratar a Burnet con el respeto más elemental, y tomar la lógica de su argumento con seriedad y en su justo valor ¹. Burnet trabajó con un método solamente utilizado en nuestra era por Immanuel Velikovsky (entre los conocidos). Velikovsky empezó su radical, y ahora rechazada, reconstrucción de la cosmología y de la historia humana, con una premisa que contradice la tradición actual en el debate: supongamos, en beneficio de la investigación, que todo lo escrito en documentos de antiguas civilizaciones sea verdadero. ¿Podríamos inventar una física que produjera tales resultados? ². (Si Josué dijo que el sol se quedó sobre Gibeon, es que algo paró la rotación de la tierra; el último tránsito de los errantes Marte o Venus, en la reconstrucción de Velikovsky.)

¹ Sé que los motivos son siempre mucho más complejos que la lógica de un argumento. Acepto muchos de los argumentos adelantados por estudiosos para desenmarañar la oculta agenda de las conclusiones de Burnet; por ejemplo, que el insistir en una resurrección, sólo después de una conflagración futura, fue utilizado como un arma contra los religiosos radicales que predicaban el inminente fin del mundo. Todavía veo como un mérito personal el tomar atípicos argumentos del pasado en su justo valor y estudiar su lógica y sus implicaciones. Estos ejercicios me han enseñado más sobre el pensamiento en general que cualquier buen tratado sobre los principios de la razón.

² Mientras que actualmente todos los científicos plantean las posibilidades de la física para preestablecer los límites sobre la verdad histórica de los antiguos textos.

Burnet empezó por asumir que solamente un documento, la Biblia, es infaliblemente cierto³. Su tratado entonces se convierte en la búsqueda de una física de las causas naturales capaz de explicar estos procesos concretos de la historia. (Burnet, por supuesto, se diferencia de Velikovsky en algo fundamental. Velikovsky consideró la veracidad de los textos antiguos solamente como un principio heurístico. Para Burnet, la necesaria concordancia entre la palabra de Dios y las investigaciones implica, como algo necesario *a priori*, la armonía entre la física y las Sagradas Escrituras.)

Dentro de esta compulsión de concordia, Burnet siguió una estrategia que le sitúa entre los racionalistas («buenos chicos» para el futuro desarrollo de la ciencia, si tenemos que seguir los guiones de las películas históricas de occidente). Como la esencia de su lógica, Burnet insiste hasta la saciedad en que la historia de la tierra especificada según las Escrituras, sólo se explicará adecuadamente cuando identifiquemos las causas naturales dentro del esplendor general de los sucesos bíblicos. Incluso, insiste, ante un conflicto aparente (no puede ser real) entre razón y revelación, primero escoge la razón, para después desentrañar el verdadero significado de la revelación:

En discusiones sobre el mundo natural, resulta peligroso poner la autoridad de la Escrituras en oposición a la razón; por si acaso el tiempo, que todo lo aclara, descubriera que todo lo que le hemos hecho decir a las Escrituras fuera evidentemente falso...Suponemos que ninguna verdad que concierna al mundo natural pueda ser enemigo de la religión; porque la verdad no puede ser enemigo de la verdad, Dios no se divide contra sí mismo (16).

Burnet atacaba con vigor a todos aquellos que tomaban el camino fácil de invocar intervenciones milagrosas cada vez que se le planteaba un problema difícil a la física; porque tal estrategia anula la razón como guía, y no explica nada con su cómoda forma de explicarlo todo. Rechazando la creación milagrosa de agua como respuesta a la principal pregunta que motivó todo su tratado: ¿cómo pudo la tierra inundarse, si sus provisiones de agua son limitadas?, Burnet

³ Este compromiso llevó a Burnet a argumentos que nosotros, con premisas diferentes, podríamos considerar como la cumbre de la locura; por ejemplo, que el diluvio de Noé debió haber sido un acontecimiento universal, y no un suceso meramente local, porque Noé no hubiera construido un arca, simplemente se hubieran puesto a salvo en una tierra vecina, si toda la tierra no hubiese sido inundada.

invocó la misma metáfora que más tarde utilizó Lyell contra los catastrofistas: fáciles y difíciles maneras de desatar el nudo Gordiano. «Ellos dicen de manera sucinta: Dios Todopoderoso creó las aguas con el proposito de hacer el diluvio, para despues hacerlas desaparecer cuando cesara el diluvio; y esto, en pocas palabras, es todo el relato de los hechos. Se trata de cortar el nudo cuando no podemos desatarlo» (33). Asimismo, ante el segundo gran reto para la credibilidad física, la conflagración universal, Burnet vuelve a insistir en que son las propiedades ordinarias del fuego las que hacen el trabajo: «El fuego es el instrumento, o el poder ejecutivo, y no se le ha dado más fuerza que la que tiene por naturaleza» (271).

La posición básica de Burnet ha sido actualizada por casi todos los científicos teístas desde la revolución de Newton: Dios lo hizo bien la primera vez. Decretó las leyes de la naturaleza en orden a proporcionar una historia adecuada; y no necesitó intervenir despues para enmendar y fijar, a base de milagrosas alteraciones de sus propias leyes, un cosmos imperfecto. En un sorprendente pasaje, Burnet invoca la típica metáfora del mecanismo del reloj para ilustrar este importante principio de la ciencia: la no variación, en el espacio y en el tiempo, de las leyes naturales.

Creemos que es mejor artista aquel que fabrica un reloj capaz de dar la hora con regularidad, mediante las ruedas y muelles que se han puesto en su mecanismo, que el que construye un reloj de tal manera que haya que accionarlo con un dedo a cada hora para que el reloj suene: y si alguien consiguiera un mecanismo de relojería tal, que diera todas las horas, que hiciera todos los movimientos correspondientes a cada momento con regularidad, y que, en un momento dado, tras darle una señal o accionando un muelle, se desmoronasen todas sus piezas; ¿no se consideraría este mecanismo de mayor valor artístico, que aquel en el que su constructor, en el momento prefijado, aparezca con un gran martillo y lo destroce? (89).

Sólo al final del libro, donde se debe especificar el futuro de la tierra tras la conflagración, Burnet admite que la razón fracasa, porque ¿cómo pueden reconstruirse los detalles de un futuro imposible de observar? Aun así, Burnet abandona la razón con gran ternura y evidente lástima:

Buen viaje entonces, querida amiga, debo tomar otra guía y dejarte aquí; como Moisés en el monte Pisgah, sólo podrás mirar a aquella tierra prometida, en la que no puedes entrar. Agradezco el gran servicio que has pres-

tado, y la leal compañera que has sido, en tan largo viaje: desde el inicio del planeta hasta esta hora... Hemos viajado juntos, atravesando las oscuras regiones del primero y del segundo caos, hemos visto al mundo naufragar dos veces. Ni el agua ni el fuego pudieron separarnos. Pero ahora debes dejar tu lugar a otras guías. Bienvenida, Sagrada Escritura, oráculo de Dios, luz que brilla en la oscuridad (327).

La física de la historia

Hasta ahora hemos presentado el contenido de las ideas de Burnet mediante la discusión de la portada de su libro; pero ¿qué clase de física utilizó para afirmar tan sorprendente secuencia de sucesos?

Burnet consideró el diluvio como el centro de todo su programa metodológico. La *Teoría Sagrada*, así pues, no camina en orden cronológico, sino que se mueve desde el diluvio hacia el paraíso que le precedió, porque Burnet sostenía que si pudiera encontrar una explicación racional para este suceso, que era el más difícil y cataclísmico, su método seguramente serviría para toda la historia. Trató de calcular la cantidad de agua de los océanos (figura 2.2), calculando, groseramente y por lo bajo, tanto la profundidad media (100 brazas) como la extensión (la mitad de la superficie de la tierra) de los mares ⁴. Sacó la conclusión de que los mares no podrían sepultar los continentes, calculó que cuarenta días y noches de lluvia ininterrumpida añadirían muy poca agua (y en cualquier caso sólo valdría para reciclar el agua de los mares); y como rechazaba, por ser metodológicamente destructivo para su programa racional, la creación divina de nuevas aguas, Burnet tuvo que buscar otra fuente. Señaló la existencia de una capa de agua, subyacente y concéntrica a la superficie original de toda la tierra. La inundación, declaró Burnet, tuvo lugar cuando se abrió la corteza original, permitiendo salir de su abismo a estas aguas turbias y subterráneas (figura 2.3).

⁴ Burnet, que no era el especulador de salón que dice la leyenda, lamentaba la ausencia de mapas adecuados para poder hacer las tasaciones y cálculos de estos elementos clave para su teoría: «Con este propósito no dudo que hubiera sido muy bueno haber contado con mapas naturales de la tierra... cada príncipe debería tener un dibujo de su país y de sus dominios, para ver cómo yace la tierra... donde es más alta y donde más baja... cómo y por qué fluyen los ríos; por qué permanecen las montañas...» (p. 112).

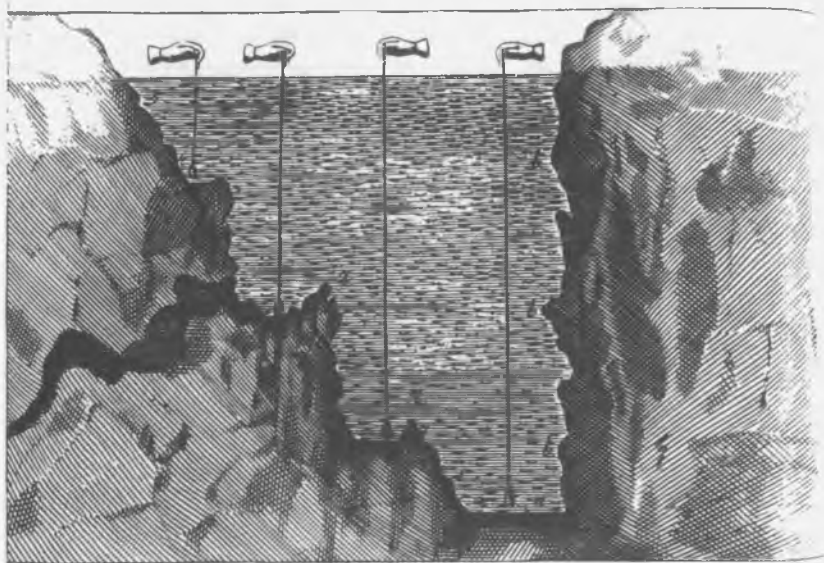


FIGURA 2.2.—Intentos de Burnet para calcular la cantidad de agua de los océanos mediante el clásico método del sondaje.

Esta interpretación del diluvio permitió a Burnet especificar los estados anteriores y posteriores. Desde el diluvio no ha vuelto a suceder nada importante, únicamente cierta erosión sin consecuencias de la topografía postdiluviana. (La geología de Burnet carecía del concepto de reparación; los procesos normales del tiempo deben seguir los dictados de Isaías 40, y erosionar las montañas hasta llenar los valles, para allanar y nivelar la superficie.)

La superficie actual de la tierra fue forjada por el diluvio (figura 2.4). Y después de todo no es más que la gigantesca ruina de los fragmentos rotos de la corteza original. Las cuencas de los océanos son huecos que quedaron entre los fragmentos, y las cordilleras son los bordes de los fragmentos de corteza, después de romperse y girar sobre sí mismos. «Di que es una ruina, y con una palabra lo habrás explicado todo» (101). Todas las metáforas y descripciones de Burnet registran su opinión de que nuestro planeta actual no es más que el remanente de una destrucción: «una horrible ruina», «un quebrado y confuso montón de estructuras», «un pequeño y mugriento planeta».

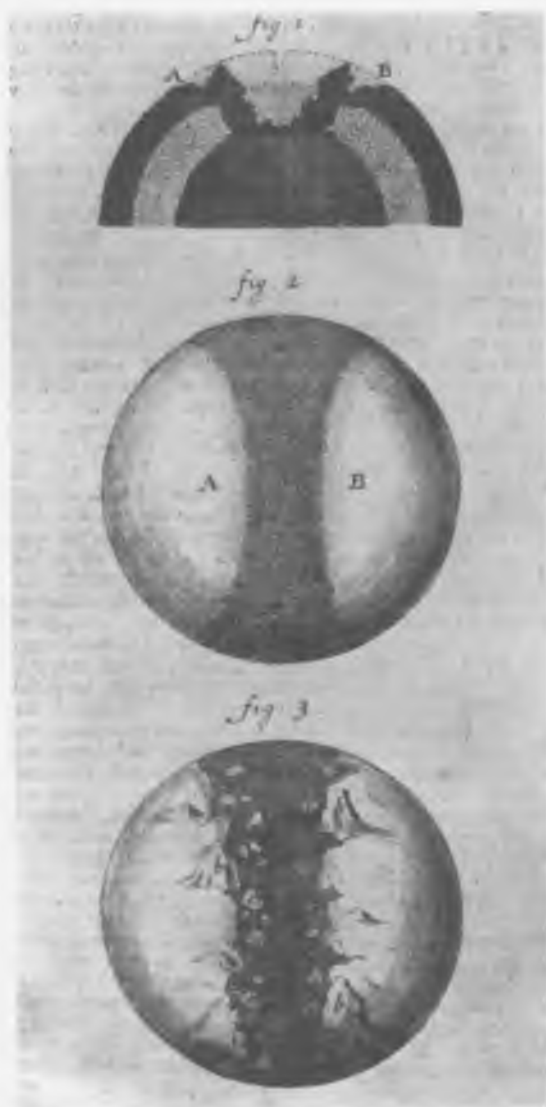


FIGURA 2.3.—Causa física del diluvio según Burnet. Se abre la corteza de la tierra (fig. 1); las aguas emergen de su estrato en los abismos para cubrir la tierra (fig. 2); las aguas se retiran descubriendo los continentes (donde las cordilleras son los bordes de los fragmentos de la corteza quebrada) y océanos actuales (fig. 3).



FIGURA 2.4.—*La superficie actual de la tierra, producto del colapso de la corteza durante el diluvio.*

Ahora Burnet retrocede (en el Libro II), con el fin de reconstruir el planeta perfecto que precedió a la inundación. Las Sagradas Escrituras hablan de un original caos de partículas (figura 2.5), y la física habla de una serie de capas concéntricas, más densas hacia el centro (figura 2.6). (Después de que Burnet había reconocido a la corteza sólida como una fina y ligera espuma, con una capa debajo formada por aguas más densas —la fuente para el diluvio.)

Este planeta perfecto albergó al paraíso original del Edén. Su superficie era lisa, sin relieves. Los ríos corrían desde las altas latitudes para disiparse en la sequía de los trópicos (figura 2.7). (Burnet tenía un concepto invertido de la configuración de la tierra, situaba

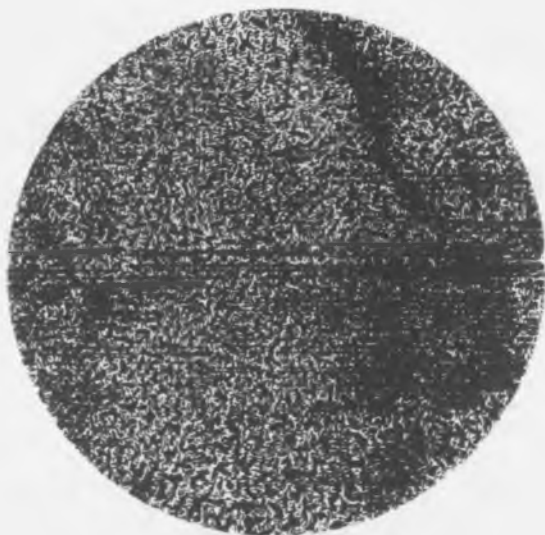


FIGURA 2.5.—*El caos de la Tierra primitiva, tal como se describe en el Génesis, I.*

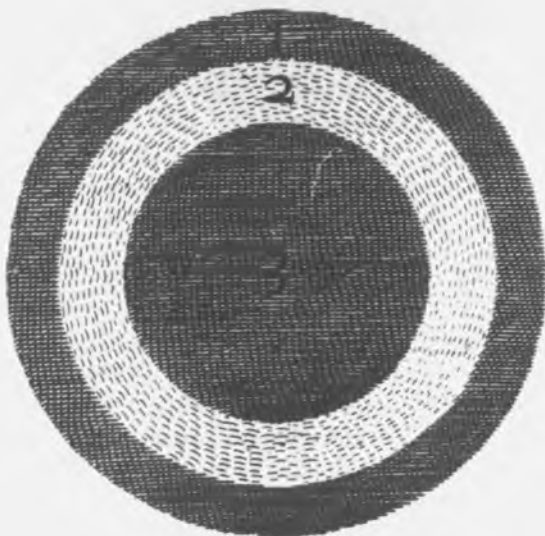


FIGURA 2.6.—*El planeta perfecto del paraíso original del Edén, dispuesto en capas concéntricas dispuestas según su densidad, tras la precipitación de las partículas del caos primitivo.*

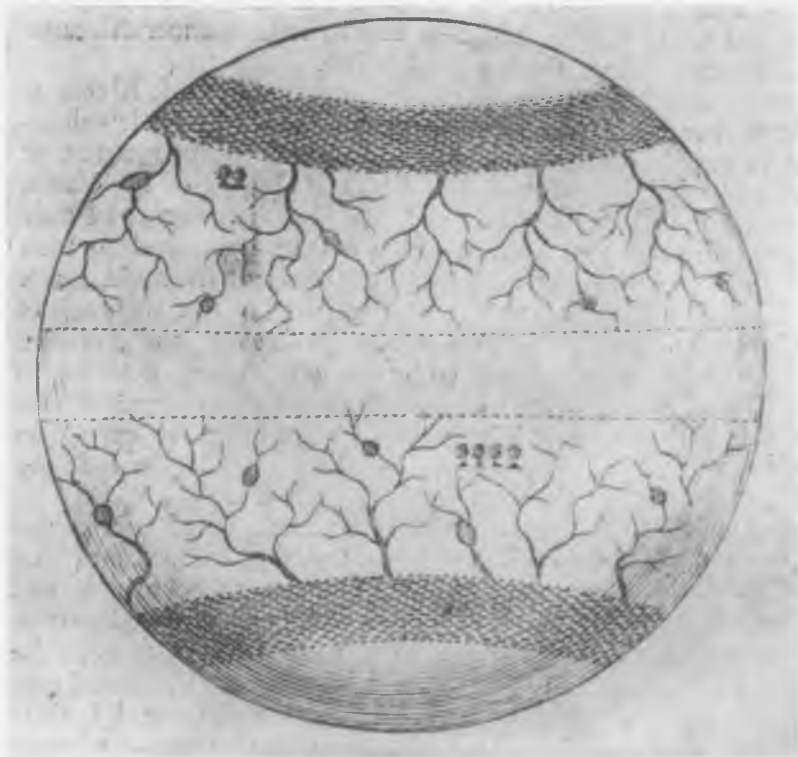


FIGURA 2.7.—*La superficie de la Tierra en su estado paradisiaco. Los ríos parten desde latitudes altas para disiparse en los trópicos. Los cuatro árboles señalan la situación del Edén, en una adecuada latitud mediana del hemisferio sur.*

los polos un poco más por encima del centro que el ecuador.) Un planeta con una simetría radial tan perfecta no presenta irregularidad que incline su eje. Entonces la tierra tuvo una repentina rotación, de forma que el Edén, situado en una latitud mediana, gozó de una primavera perpetua. Las saludables condiciones de este paraíso terrenal propiciaban una esperanza de vida a los primeros patriarcas de unos novecientos años. Pero verdaderamente el diluvio trajo consigo el paraíso perdido. La tierra, ahora asimétrica, inclinó su eje hasta el actual ángulo de unos veinte grados. Se inició un cambio en las estaciones del año que trajo consigo una disminución en las con-

diciones de salud, lo que determinó el descenso de la esperanza de vida a unos setenta años, que es la cifra que actualmente consideramos normal.

Si a los lectores modernos esta reconstrucción de los hechos les parece fantasiosa y cargada de influencia bíblica (no lo niego, pero apelo a los diferentes criterios de juicio), quiero hacerles recordar el compromiso de las explicaciones de Burnet con la razón y las leyes naturales.

Podríamos contrastar la explicación que da Burnet para el cambio en la inclinación del eje de la tierra, con los versos de un célebre poeta, casi contemporáneo, que en absoluto ha mermado por atribuir este hecho directamente a la mano de los ángeles:

Unos dicen que el Todopoderoso ordenó a sus ángeles que inclinaran los polos de la tierra dos veces diez grados y más sobre el eje del Sol, a cuyo efecto empujaron oblicuamente y con gran esfuerzo este globo central; otros pretenden que se ordenó al sol volver sus riendas en una latitud igualmente distante de la línea equinoccial, entre el Toro, las siete hermanas Atlánticas y los Gemelos de Esparta, elevándose hacia el Trópico de Cáncer, y que descendiera desde éste al de Capricornio por los signos del León, la Virgen y la Balanza, a fin de llevar a cada clima las visicitudes de las estaciones. A no ser por esto, una eterna primavera, siempre adornada de flores, habría sonreído a la tierra, siendo iguales sus días y sus noches...

El Sol desvió su curso, como si hubiera presenciado el banquete de Tiestes. De otro modo, ¿cómo el mundo habitado, aunque estuviera sin manchilla, habrá podido evitar más que hoy día el intenso frío y el calor ardiente?

Milton, *El Paraíso perdido*

En su libro tercero, Burnet presenta una serie de argumentos acerca de una venidera conflagración universal, que consumirá completamente las capas más superficiales de la tierra, y removerá todas las partículas resultantes hacia un nuevo caos; en esta ocasión Burnet se basa predominantemente en las escrituras, porque la física le parece más adecuada para estudiar el pasado que el futuro. Sin embargo continúa reclamando una explicación física, una explicación racional, así en sucesivos capítulos se pregunta cómo una masa húmeda y rocosa puede arder (inicialmente las aguas se evaporaron en una gran sequía), cómo la desordenada superficie de nuestro ruinoso planeta incitó las llamas (por la inclusión de aire procedente de las oquedades internas para alimentar el fuego), y dónde se originó el

incendio. Los volcanes Vesubio y Etna hablan de un posible origen del incendio en Italia, y además Dios conoce la casa del anticristo, el Obispo de Roma (Burnet, ante todo era un comprometido anglicano). No obstante Burnet, con un espíritu ecuménico, dice que Gran Bretaña, con sus minas de carbón, arderá con gran fulgor, pero un poco más tarde.

Si esta conflagración, aunque de manera diferente, reproduce la inundación, también el planeta que resulte reproducirá el paraíso original, y por la misma razón física: la precipitación de partículas incineradas en estratos concéntricos clasificados según su densidad (figura 2.8). En este planeta, que vuelve a ser perfecto, Cristo, con Satán encadenado, reinará durante mil años. Después de este milenio, Gog y Magog * proclamarán la última batalla del diablo contra el bien; las trompetas anunciarán el juicio final; los santos ascenderán (los pecadores irán a otro lugar); y el destituido planeta se convertirá en una estrella.

El compromiso de Burnet de basar sus argumentos en leyes naturales, y su fidelidad a la narrativa histórica, se aprecian muy bien en el contraste explícito con las alternativas propuestas por su amigo Isaac Newton a lo largo de una fascinante correspondencia (gracias a Dios que no disponían de teléfono, o incluso de tren), que mantuvieron entre Londres y Cambridge en enero de 1681 ⁵.

Newton hizo dos sugerencias que inquietaron a Burnet: primero, que la actual topografía de la tierra se modeló durante su formación inicial a partir del caos primitivo, y por tanto no fue esculpida por el diluvio de Noé; segundo, que la paradoja de que la creación tuviera lugar en seis días podría resolverse argumentando que entonces la rotación de la tierra era mucho más lenta, dando lugar a «días» de enorme extensión. Burnet se defendió con una larga y apasionada respuesta, declarando (en ortografía moderna):

Tu amabilidad te ha hecho cargar con la inquietud de esta larga carta, en la que no podría eludir observar que insistes en estos dos puntos tan importantes, la posibilidad (que supones) de la formación de la tierra, tal y como es ahora, inmediatamente a partir del caos, sin mediar una disolución (como el diluvio había producido en el esquema de Burnet); y la necesidad de

* En una profecía de Ezequiel se cita a Gog, rey del pueblo de Magog, como el símbolo de los enemigos del pueblo de Dios. [*N. del T.*]

⁵ Agradezco a Rhoda Rappoport el enviarme estos documentos.

suscribir el Hexamerón de Moisés como una descripción física. Para demostrar lo contrario, en ambas cuestiones, tendría que alargar mi carta demasiado (en Turnbull, 1960, 327).

Burnet puso objeciones a la primera proposición de Newton, porque si todas las características esenciales de la tierra se formaron en el principio, quedaría desplazado el papel del devenir histórico; ver la cita anterior donde presenta el diluvio como un agente topográfico. Y Burnet rechazó la idea de Newton acerca de la prolongada duración de los primeros días, porque le hacía presumir que una ulterior aceleración en la rotación de la tierra requeriría una intervención sobrenatural. (Burnet proponía una interpretación alegórica del Génesis, basándose en que la noción de «día» no puede ser definida con anterioridad a la creación del sol, en el cuarto día.) «Si las revoluciones de la tierra eran tan lentas al principio, ¿cómo se hicieron más rápidas?, ¿fue por causas naturales o sobrenaturales?» (325). Burnet también ponía como objeción que la dilatación de esos primeros días prolongaría la vida de los patriarcas, incluso más allá de los ya problemáticos 969 años de Matusalén y sus contemporáneos; y que mientras que los organismos disfrutasen de días soleados de tal duración, las largas noches podrían llegar a ser insoportables: «Si los días eran tan largos, qué tristes serían las noches» (325).

La respuesta de Newton confirma las diferencias expuestas por Burnet. Newton argumenta que una separación de los elementos del caos original daría lugar a una topografía irregular, y no a las uniformes y concéntricas capas del sistema de Burnet; y que por tanto no es necesario acudir a una ulterior narrativa para explicar la actual superficie de nuestro planeta: «Moisés explica una subdivisión... de las aguas lodosas bajo el firmamento a las aguas claras y la tierra seca de toda la masa del globo, para tal separación no hubo más requisito que el drenaje del agua de las partes altas de los limos, para dejarlos secos y reunirse después en las zonas bajas dando lugar a los mares. Y algunas zonas podrían quedar más altas que otras» (333).

Newton confirmó la aprensión de Burnet para aceptar que un empuje sobrenatural directo diera lugar a un incremento en la velocidad de rotación de la tierra: «Cuando las causas naturales están a mano, Dios las utiliza como herramientas de trabajo, pero yo no creo que por sí solas sean suficientes para el hecho de la creación, así pues, podría estar permitido suponer, que entre otras cosas Dios dio a la tierra el movimiento, con los grados de inclinación y la

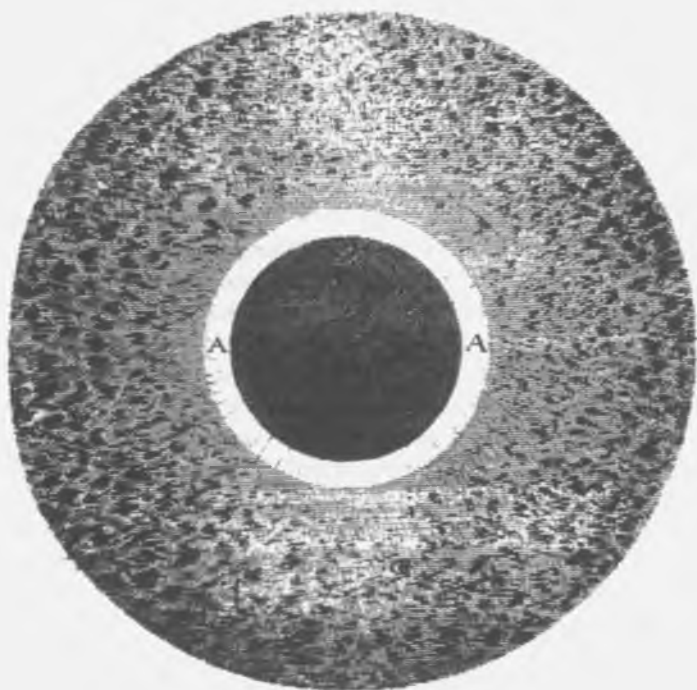


FIGURA 2.8.—*La Tierra volverá a ser perfecta por segunda vez. La futura conflagración será seguida por una precipitación de partículas en capas concéntricas de acuerdo con su densidad.*

frecuencia de rotación que fueron más propicios a las criaturas» (334). A Newton tampoco le preocupaba el problema de las «tristes noches» de los primeros habitantes de la tierra; decía: «Y por qué no podrían las aves y los peces soportar una noche tan larga, si en Groenlandia estos y otros animales soportan muchas» (334).

Así pues, Burnet sale de esta correspondencia con el más grande de los héroes científicos, con una imagen más comprometida con el reino de las leyes naturales, y más cercana a las explicaciones históricas. Termina su carta a Newton con la descripción de un singular suceso que tiene que ver con la flecha del tiempo, el gran cometa que por aquel entonces, en 1680, se cernía sobre los cielos de Londres. «Muy señor mío, todos estamos muy ocupados en observar el cometa; ¿cuál pensáis en Cambridge que pueda ser la causa de su prodigiosa cola?» (327). Halley, amigo tanto de Newton como de

Burnet, también observó con gran fervor este cometa. Dos años más tarde, todavía inspirado en aquella espectacular visión, detectó un cometa más pequeño, y eventualmente predijo su vuelta, cumpliendo ciclos de setenta y seis años. Este objeto más pequeño, el cometa de Halley, está en estos momentos, mientras escribo este capítulo, en el cielo de mi ciudad; una importante señal para el ciclo del tiempo.

La flecha del tiempo y el ciclo del tiempo: conflicto y resolución

No han faltado revisionistas que se ocuparan de la metodología racionalista de Burnet, con la esperanza de encontrar algo valioso en sus trabajos; pero han perdido una gran oportunidad, en parte porque solamente contaron con los textos, pasando por alto las ilustraciones. Yo vi en la portada del libro de Burnet la mejor expresión jamás publicada del conflicto entre los dos conceptos complementarios del tiempo, el viejo contraste entre la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo. Volví a estudiar el texto de Burnet, esta vez bajo la perspectiva que me brindaba la ilustración de su portada, y encontré una nueva luz (después de media docena de lecturas previas). Vi la *Teoría sagrada* como el terreno de juego del esfuerzo de Burnet por armonizar ambas metáforas en un concepto unificado de historia que comprenda las características esenciales de cada una: el poder narrativo de la flecha y la regularidad inmanente al ciclo. Creo que este esfuerzo en Burnet era totalmente consciente, así lo demuestra el sumo cuidado con que está diseñada su portada.

Esquema de Burnet en defensa de la flecha del tiempo

Una defensa de la narrativa

Dado que la *Teoría sagrada* es antes que nada una historia, las cuestiones y las metáforas relacionadas con la flecha del tiempo dominan el texto. Burnet pone su razón fundamental para escribir en el deseo de establecer la idea de historia direccional, contraviniendo la noción aristotélica de eternidad inmutable o cíclica. Antes de introducirse en su narrativa, Burnet dedica un capítulo a rebatir esta premisa de Aristóteles. Presenta ciertos argumentos teóricos sobre los inicios del tiempo en la tierra, entonces hace una pausa y comprende que la narrativa que sigue a continuación servirá ampliamente

para refutar la eternidad no direccional: «Aquí no es necesario añadir nada más en particular, contra la doctrina aristotélica, que hace que la forma presente de la tierra proceda de la eternidad; porque la verdad es que todo este libro es un continuo argumento en contra de esa opinión.»

Una vez más, Burnet justifica su atención a la narrativa secuencial por lo que pueda suponer de aproximación al entendimiento de la tierra. Esto es, antes que nada, placentero: «A mi modo de ver, siempre he tenido una particular curiosidad en mirar atrás, hacia las primeras fuentes y los orígenes de todas las cosas; para poder concebir en mi mente...el principio y progreso de un mundo naciente» (23). «Hay un placer particular en ver las cosas en sus orígenes, y en ver los grados y sucesivos cambios mediante los que han alcanzado el orden y el estado con los que los vemos despues, cuando se completan» (54).

Necesitamos la narrativa por varias razones, incluyendo las naturales tendencias de la curiosidad humana: «Para la mente del hombre es natural considerar que un compuesto haya sido algo más simple en algún momento determinado» (43); y por los dictados de la razón: «No hay prueba más grande o ejemplo más claro de sabiduría natural, que descubrir el canal por el cual discurren y se suceden unas a otras estas grandes revoluciones de la naturaleza que ahora nos ocupan» (66); y por los caminos de la divinidad: «Estoy seguro que si supiéramos ver las rutas de la sabiduría divina en las obras y en la conducta de la naturaleza, no sólo consideraríamos cómo son las cosas, sino también cómo han llegado a ser lo que son» (54); y por el impacto de la historia en toda su magnitud: «Estoy dispuesto a pensar que dos planetas cualesquiera, que se hallen en el mismo estado o período, no difieren tanto uno del otro como lo haría un planeta de sí mismo en los distintos períodos de su evolución. No parece que habitemos la misma tierra que nuestros primeros antepasados, y ni siquiera parece que pertenezcamos a la misma raza» (140).

¿Qué características de la tierra exigen su explicación mediante el uso de la narrativa?

Buscando criterios para argumentar que determinados estados actuales deben entenderse como productos del devenir histórico, Bur-

net se refiere ocasionalmente a la evidencia de la observación directa: «Si alguien afirmase haber vivido toda la eternidad, yo intentaría encontrar testigos que le hubieran visto mamar y cuando iba al colegio. Eso sería una prueba fehaciente de que esa persona no es eterna.»

Pero es muy difícil que podamos observar con evidencia suficientes cambios, concretamente en los textos antiguos (sobre todo en los antediluvianos), no existen, y los testigos son mudos. De manera que debemos hallar un criterio de inferencia a partir de las circunstancias actuales o a través de los artefactos remanentes de un pasado desconocido.

Burnet apostó por la misma resolución que 150 años más tarde invocó Darwin, en su esfuerzo para interpretar la configuración de las especies como productos de la historia ⁶. Darwin dio su respuesta en un tono paradójico: la historia descansa sobre los caprichos y las imperfecciones de las estructuras modernas. En su evolución, la perfección borra las huellas de su propia formación. Los diseños perfectos podrían haberse desarrollado históricamente, pero también podrían haber sido creados *ab nihilo* por un sabio diseñador. Lo que Darwin adelantó para la estructura de los organismos, Burnet lo aplicó a la forma de la tierra. El planeta actual es una ruina, «sin configurar y malformada» (112). Pero una ruina necesariamente tiene que proceder del naufragio de lo que alguna vez tuvo una integridad, quiere decirse que es un producto de la historia. La forma actual de la tierra solamente se puede entender como el escenario de un espectáculo «en vías de desarrollo»:

No hay ninguna apariencia de orden o de diseño equilibrado en sus elementos, parece razonable pensar que no fue obra de la naturaleza, al menos según su primera intención, según un primer modelo diseñado por la cuerda y la plomada con medida y proporción, sino que fue una construcción posterior, la mejor que se podía haber realizado a partir de cascotes (102).

El mismo principio regula las obras humanas, o cualquier obra construida por el conocimiento, humano o divino:

⁶ No hago esta comparación en alabanza a Burnet porque se anticipase a un héroe posterior, solamente quiero expresar la similitud de los problemas que los grandes pensadores encaran a lo largo de los siglos, y que las normas de la razón que se aplican suelen ser las mismas.

Cuando se me plantea semejante idea de la tierra, soy incapaz de seguir creyendo que esta es la forma con la que fue creada por primera vez; como si hubiera visto las ruinas del templo de Jerusalén, saqueado y mutilado por los babilonios, y me hubiera persuadido de que nunca había tenido otra forma, que Salomón dio las órdenes para que se construyera así (121).

El tratamiento de la narrativa, estilo y metáfora

Dado que la *Teoría sagrada* de Burnet es, antes que nada, un buen relato, el estilo que predomina es el narrativo. La presentación de Burnet de la esencia histórica de la tierra toma dos formas. En la primera define vector como un patrón de dirección y duración establecidas. Por ejemplo la tierra, que no puede ser eterna porque la erosión, que es un callejón sin salida, eventualmente acabará con toda la topografía:

Si el estado y la forma actuales de la tierra se hubieran mantenido desde toda la eternidad, ya haría mucho tiempo que se hubiera autodestruido...las montañas se hunden gradualmente en valles y mares, y el levantamiento de las aguas cubre la tierra... Porque todo lo que se desmorona o se desprende de ellas va a parar a las zonas más bajas y al mar, y no hay ninguna circulación para que nada vuelva. Las pérdidas no son reparadas, ni se reestablece nada proporcional a partir de otros elementos de la naturaleza (44-45).

En la segunda, y más frecuente, Burnet simplemente se dedica a satisfacer su habilidad para la *narrativa*; argumentos del pasado que determinan el presente, y un presente que obliga a un futuro. Esto lo podríamos encontrar prácticamente en todo el libro, pero vamos a considerar solamente esta descripción del diluvio:

La afligida arca navegaba sobre este caos, cargando con los exiguos restos de la humanidad. Ningún mar fue nunca tan tumultuoso como ese, ni ahora hay nada en la naturaleza que se pueda comparar con el desorden de aquellas aguas; toda la poesía y todas las hipérboles que aparecen en las descripciones de tormentas y mares furiosos, en este caso eran literalmente ciertas, e incluso podrían quedarse cortas. El arca era realmente empujada a la cima de las montañas más altas, a la altura de las nubes, y después arrojada de nuevo a los golfos más profundos (84).

En las palabras de despedida de Burnet, de nuevo volvemos a iden-

tificar su tratado como una obra de narrativa histórica: «Ahí la dejamos (la tierra); después de acompañarla durante siete mil años, atravesando por sucesivos cambios, desde el oscuro caos hasta la estrella brillante» (377) ⁷.

Dado que Burnet era un gran prosista, también podemos trazar sus principales compromisos registrando sus metáforas. La dirección, o vector, de la historia es un «canal» (66) o «avance» a lo largo de «la línea del tiempo» (257); mientras que la cualidad narrativa de la historia siempre implica una evidente analogía con el teatro: «Vere-mos, cuando se disolverá este teatro, en qué partes, y dónde actuaremos la próxima vez. Qué santos y qué héroes, si se puede decir así, aparecerán en el escenario; y con qué brillo y excelencia» (241).

Burnet unifica sus criterios de vector y de narrativa en otra obvia analogía: la de la historia de nuestro planeta y el crecimiento de un árbol. Este párrafo también incluye su mejor defensa de lo bello y necesario del análisis histórico:

No solamente debemos considerar cómo son las cosas, sino también cómo han llegado a ser de esa manera. Es placentero contemplar un árbol en verano, cubierto de hojas verdes, engalanado por sus flores, o cargado de frutas, y proyectando una agradable sombra bajo sus extendidas ramas; ahora consideremos cómo este árbol, con todo su ropaje, ha surgido de una pequeña semilla, que la naturaleza le ha dado forma, y le ha alimentado en su infancia y crecimiento; se le han añadido partes nuevas, y aún sigue avanzando poco a poco, hasta que alcance su grandiosidad y perfección; esto, a mi parecer, es otro tipo de placer, más racional, menos común... Así, contemplar este planeta, tal y como se encuentra ahora, destacado en las distintas formas de materia que lo componen, cada una perfecta y admirable en su categoría; es algo verdaderamente delicioso, y un gran entretenimiento para la mente; ahora imaginemos todo esto en, como yo digo, sus primeras semillas; tomemos las piezas de este marco de la naturaleza, fundámoslas en sus primeros principios; y entonces observemos cómo la sabiduría divina salvó todas estas cosas de la confusión y la simplicidad para disponerlas en el orden y la belleza con las que las vemos hoy; esto, a mi parecer, es otra forma de goce, que penetra más hondo en la mente, y que es más satisfactoria (54).

⁷ Ver cómo Burnet incorpora ambos elementos de la historia: el vector de dirección (del oscuro caos a la estrella brillante), y el brillante desfile de la narrativa (varios cambios).

Esquema de Burnet y defensa del ciclo del tiempo

La *Teoría sagrada* va mucho más allá de la pura y simple narrativa. Nos cuenta una historia en conformidad con un marco prescrito. El tiempo no puede limitarse simplemente a avanzar hacia estados siempre más progresivos y diferenciados. Dios, y el orden de la naturaleza, no permiten un mero vagar sin rumbo a lo largo de los múltiples pasillos del tiempo. En nuestro moderno planeta se distinguen dos grandes ciclos de repetición: el pasado y el futuro. En el pasado, la destrucción (el diluvio) después de la perfección (el paraíso). En el futuro oscilarán esos mismos estados, en orden inverso, y con una sorprendente precisión de detalles: la destrucción (conflagración) que precederá a una renovada perfección.

Si la razón implica un orden de exquisito diseño (tal y como argumentaba Burnet describiendo la perfección del planeta original), entonces la naturaleza del tiempo en su conjunto debe mostrar también un orden racional; porque Dios supervisa tanto el espacio como el tiempo. Tal orden racional exige un modelo de invariabilidad atemporal inmanente, o repetición cíclica. De este modo, el ciclo del tiempo impregna la *Teoría sagrada* con tanta precisión como lo hace la flecha del tiempo. La flecha avanza dentro de un esquema de repetición con el que se firma el orden inherente y el buen sentido del cosmos.

Casi al final del Libro IV, Burnet afirma que los ciclos son el método de Dios y de la naturaleza: «La revolución, de nuevo al mismo estado, en el gran circo del tiempo, parece ser algo que está de acuerdo con los métodos de la Providencia; que, después de un cierto tiempo, ama recobrar lo que estaba perdido o en decadencia, lo que originalmente fue bueno y feliz, para que vuelva a serlo de nuevo» (376). (Burnet utiliza el término «revolución» en el sentido de Newton, anterior a la toma de la Bastilla en 1776, de manera que quiere significar «volver», no «levantamiento».)

Los ciclos también representan una necesidad estética, porque el mundo sería indigente y mal formado sin un concepto de renovación para aquellos elementos de la naturaleza que sufren un desgaste:

No habría nada importante ni grandioso en este pobre mundo si no existiesen estas revoluciones de la naturaleza. Las estaciones del año, y los frescos productos de la primavera, son bellos a su manera; pero cuando llegue el Gran Año, y traiga un nuevo orden para todas las cosas, en los cielos y

en la tierra; y un vestido nuevo para la naturaleza en todas sus regiones, mejor y más bello que la más esplendida primavera; la creación recibirá una nueva vida, y quedará demostrada la grandeza de su autor (246).

Burnet rinde especial homenaje al ciclo del tiempo en su estudio de la restauración del paraíso después de la conflagración. Este renovarse de la perfección se llevará a efecto con tal precisión que necesariamente tendrá que fundamentarse en una ciclicidad inherente del tiempo; porque la topografía volverá a ser uniforme de nuevo, y por el mismo método (clasificando una masa caótica de partículas en capas concéntricas según su densidad); mientras que la recién restaurada simetría radial rectificará la inclinación del eje de la tierra, enderezándolo en su posición original. Así, todos los elementos del globo serán «restaurados de acuerdo con la misma posición que tuvieron cuando se formó el planeta; y todo el carácter del Gran Año se realizará plenamente... Se haría presente una armonía general y una conformidad en todo el movimiento del universo, tal como se dice que era en la Edad Dorada, antes de que llegara el desorden al mundo moral o natural» (257).

Así como Burnet desarrolló una serie de metáforas para entender la flecha del tiempo, su estudio del ciclo del tiempo se basa en una relación de analogías que tratan de desempañar la otra cara de la historia. Algunas son de índole geométrico (contrastando con la «línea» o el «canal» de la flecha del tiempo), «el círculo de sucesiones», «el gran círculo del tiempo y el destino» (13). Otras invocan los ciclos anuales y estacionales de nuestra propia experiencia (contrastándolos con analogías con el lapso de vida humana para la flecha del tiempo), «un vestido nuevo para la naturaleza... más bello que la más esplendorosa primavera» (246); y, especialmente, el *annus magnus* o «Gran Año» del tiempo geológico. Los dos temas del ciclo del tiempo son la revolución y la restauración.

La resolución de los ciclos evolutivos

Estos dos problemas parecen entrar en un conflicto sin posibilidades de reconciliación. Cómo pudo Burnet exaltar a la vez la necesidad de una flecha, para identificar la historia (ver la página 49, sobre el vector de erosión), y de un ciclo, para registrar la supervisión divina (ver la página 59, sobre la necesidad de restitución,

cuestión importante que aparentemente se niega cuando se habla del vector de erosión).

La resolución de Burnet⁸ a este dilema, y la unificación que propone para estas dos cuestiones aparentemente contrarias, empieza por la descripción del dilema que impondría una visión puramente cíclica, sin flechas. Enfrentándose con la antigua noción griega de la repetición exacta del ciclo, afirma: «Hacen de estas revoluciones y renovaciones de la naturaleza algo indefinido y sin fin, como si la eternidad se viera marcada por una sucesión indeterminada de diluvios y conflagraciones» (249). Burnet reconoce que tal concepción destruye la gran posibilidad de la historia: «Esto acaba con el tema de nuestro discurso» (43); porque no tendría sentido llevar ningún suceso a la narrativa, si resultase que todo lo que sucede va a volver a suceder de nuevo. Este dilema, la incomprendibilidad de lo infinito, ha sido deliciosamente planteado por Jorge Luis Borges en «El libro de arena». En esta historia, Borges sustituye la Biblia de Wycliffe * por un sorprendente libro infinito; en el que no se encuentra el principio, porque aunque pases las páginas con gran velocidad, siempre encontrarás que el mismo número de ellas te separa de la portada; y, por la misma razón, tampoco tiene final. Cada dos mil páginas aparece una pequeña ilustración, sin que se repita ninguna, y rápidamente, Borges llena todo un libro de notas con una lista de sus figuras, sin que se vea cercano ningún final. Borges acaba dándose cuenta de que es un libro obscuro y monstruoso, y lo da permanentemente por perdido en algún rincón de las estanterías de la Biblioteca Nacional de Argentina. La conclusión del autor sobre este libro imposible plantea el mismo dilema que Burnet elude al rechazar el ciclo estricto y argumentar en favor de la narrativa: «Si el espacio fuera infinito, podríamos estar en cualquier punto del espacio. Si el tiempo fuera infinito, podríamos estar en cualquier punto del tiempo.»

Si la flecha por sí sola hace del tiempo algo incomprensible, y si la naturaleza sin ciclos es amorfa, y por tanto también incompre-

⁸ Realmente no es un argumento ideado por Burnet. Lo que él propone es la resolución tradicional, defendida antes de él (como plantearé en el último capítulo, sobre la iconografía medieval) y después de él (en la concepción hegeliana, y después marxista, de los ciclos de evolución progresiva —la negación de negar nuevos estados, no la mera repetición—).

* John Wycliffe (1330-1384) tradujo la Biblia al inglés. [*N. del T.*]

sible, entonces ¿qué se puede hacer? Burnet dice que los ciclos deben repetirse, pero con diferencias cruciales en cada repetición. El substrato material no cambia (para ciclos de la misma materia), lo que cambia es la forma resultante, y lo hace en una dirección definida, de manera que cada repetición se da con diferencias distintivas e identificables. En otras palabras, podemos saber donde estamos; y la paradoja de Borges se resuelve. Burnet vuelve al error de Aristóteles, y utiliza su metáfora favorita, la del escenario, para ilustrar los motivos por los que debemos incorporar elementos de cambio direccional en cada repetición. Los teóricos del ciclo del tiempo dicen:

... la identidad, o igualdad, si se puede decir así, de los mundos que se suceden. Están hechos, en efecto, del mismo trozo de materia, y se supone que también vuelven con la misma forma... De manera que el segundo mundo no sería nada más que una desnuda repetición del primero, sin ninguna variación ni diversificación... Como una representación que se interpreta de nuevo, sobre el mismo escenario, y para la misma audiencia. (249)

Así Burnet etiqueta la forma pura del ciclo del tiempo como «un error manifiesto... fácilmente rectificado» (249). Tanto la naturaleza como las escrituras imponen un vector de historia a cualquier serie de ciclos, garantizando que en ninguna fase se pueda repetir con exactitud ninguna parte de un ciclo anterior:

Porque, si consideramos la naturaleza de las cosas, la tierra después de su disolución, bien sea por fuego o por agua, no podría volver con la misma forma y con el mismo estilo que tenía antes; y si consideramos a la Providencia, de ninguna manera podría acomodarse a la sabiduría divina si trajese de nuevo al escenario aquellas escenas, y aquellas trayectorias de los asuntos humanos, que tan recientemente ha condenado y rechazado. Por tanto, podemos estar seguros de que tras la disolución de un mundo siempre aparecerá un nuevo orden, tanto en lo que se refiere a la naturaleza como a la Providencia (249).

El planteamiento de Burnet sobre el segundo ciclo, o ciclo futuro, trama una sutil interrelación entre los elementos que se van a repetir (lo que sugiere un orden y una sistematización), a la vez que marca las ramas en las que va a haber diferenciaciones (que permitan la posibilidad de una historia reconocible). Burnet insiste en que las dos destrucciones, los diluvios (así llama a las dos) de agua y fuego, aunque aparentemente sean tan diferentes, guardan una detallada re-

lación de equivalencia. Ambos fueron fenómenos globales, y ambos requirieron la presencia de agentes que procedían tanto de encima como de debajo de la superficie de la tierra: de encima vino la lluvia, para encontrarse con el levantamiento de una capa de agua subterránea que rompía la corteza de la tierra; y de encima vendrán los rayos que se unirán con las llamas subterráneas y las lavas de los volcanes en erupción; «Se observa una gran analogía entre los dos diluvios, el de agua y el de fuego; no sólo por sus efectos... sino también por sus causas generales y por las fuentes de las que se abastecieron, fuentes de arriba y de abajo» (277).

Con estas sorprendentes equivalencias los cambios de la historia crean unicidad, pero los detalles de la narrativa hacen de cada repetición una historia diferente. La destrucción del agua es distinta de la del fuego: «La tierra debe convertirse en una masa fluida, con la esencia de un caos, como lo fue en su principio; pero este último será un caos de fuego, como aquél lo fue de agua; y de ese estado volverá a emerger un mundo paradisiaco» (288).

Burnet aspira a discernir algo más que una simple diferencia entre ciclo y ciclo, intenta detectar también la existencia de un *vector* de progreso. La destrucción por el fuego debe originar un planeta cuyas condiciones superen a las del paraíso original; los ciclos deben evolucionar a un progreso. Burnet proclama que el fuego debe purgar y purificar con más eficacia que cualquier agente que actuase durante el primer ciclo del planeta arcaico: «La naturaleza va a realizar la misma obra, y va a seguir el mismo método; pero esta vez va a contar con mejores materiales, materiales depurados por el fuego» (324).

Ahora comprendemos por qué la portada del libro de Burnet capta la esencia de su sistema de manera tan clara y sucinta, y cómo muestra la minuciosa correspondencia entre el presente y el futuro, los dos grandes ciclos del curso de nuestro planeta, y cómo la historia, al igual que los ciclos, avanza inexorablemente hacia delante. El oscuro caos bajo el pie izquierdo de Cristo marca nuestro principio, y la estrella brillante de nuestro final cierra el círculo del gran año.

Burnet y Steno, compañeros intelectuales bajo la luz de la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo

La tradición de utilizar posturas individuales para ilustrar actitudes generales ha llevado a Burnet a representar un triste papel en la historia del pensamiento, convirtiéndolo en el símbolo de una limitante adoración a la Biblia, con la escala del tiempo instaurada por Moisés, y sus paroxismos milagrosos. A Burnet se le ha ubicado en un tradicional contraste con su contemporáneo Nicolaus Steno, el gran erudito danés (que más tarde asumió el cargo de obispo, conversión considerada generalmente como extraña y regresiva) autor del *Prodromus* en 1669, texto que convencionalmente marca el inicio de la Geología moderna. Como vemos, Steno tuvo éxito, y la razón fue porque adoptó los procedimientos universales del método científico, tan considerado actualmente. En la introducción de la traducción que se utiliza actualmente del *Prodromus*, se califica a Steno como «un pionero de los métodos de observación que dominan la ciencia moderna» (Hobbs, 1916, 169). El traductor añade: «En un tiempo en el que abundaba la metafísica fantástica, Steno sólo confió en la inducción basada en el experimento y la observación» (Winter, 1916, 179).

Así Burnet se convirtió en el símbolo de aquellos «absurdos de la especulación metafísica» (Winter, 1916, 182), en explícito contraste con Steno, que prefirió rescatar la ciencia antes que dedicarse a agitar espíritus. Y leemos en Fenton y Fenton (1952, 22) que Burnet no añadió nada a la ciencia, y que «no se puede comparar con Steno», al menos como pensador en general. También vemos cómo Davies expresa el descenso de lo sublime a lo trivial con estas palabras: «Desde el saber de Steno, vayamos ahora a la caprichosa, pero ingeniosa y extremadamente popular teoría de la tierra inventada por Thomas Burnet» (1969, 68).

Sin embargo, cuando releo la obra de Burnet, ahora bajo la luz de mis consideraciones sobre las metáforas del tiempo, pienso que toda una serie de importantes analogías, que ha ocultado la tradición posterior del discurso, unen el panorama bíblico de Burnet con el discurso observacional de Steno. Y ahora creo que las analogías son más significantes que las obvias diferencias⁹.

⁹ No quisiera minimizar la distinción básica de que Burnet aporta pocas observaciones personales (y ninguna sobre el terreno) mientras que Steno describe especies

Para entender estas analogías debemos centrarnos en una sección polémica del *Prodromus*, que la crítica ha encontrado embarazosa, prefiriendo muchas veces pasarla por alto, o simplemente plantearla mencionando alguna excusa (Hobbs, 1916, 170, la califica de «conclusión poco convincente formulada para afirmar la ortodoxia de su posición»; se trata de la última sección, la parte número cuatro, donde se estudia la historia geológica de la Toscana. Los críticos encuentran este capítulo decepcionante, porque Steno afirma la conformidad de su historia geológica con los sucesos de Las Escrituras, y además declara su lealtad a la sucinta cronología mosaica (263). (Resulta evidente que estas posiciones representan una importante similitud con Burnet, pero esta no es la concordancia que yo quisiera enfatizar.)

La mejor manera con la que podemos entender el esquema de Steno es de nuevo a través de la iconografía, concretamente con su epítome, en seis etapas, de la historia de la Toscana. Aquí lo presentamos en la única forma disponible para la mayoría de los críticos (figura 2.9) —la reproducción que aparece en la traducción más difundida (la de Winter, 1916), y al menos en dos de los tratados principales (Chorley et al., 1964, 10; Greene, 1961, 60).

En esta versión, una secuencia vertical de seis etapas, podemos entender con facilidad la historia de Steno tal como se suele presentar: una típica flecha del tiempo orienta el planeta, sugiriendo el relato de una secuencia de sucesos guiados en una dirección definida. Podemos ver la configuración de la tierra en sus orígenes en la figura 25, cubierta de agua, y siendo receptáculo de sedimentos como una cuenca universal. (Para hablar con exactitud, hay que decir que aquí Steno sólo estudia la historia de la Toscana; aunque él esté convencido de que toda la tierra ha seguido el mismo patrón: «Igual que pruebo este hecho en la Toscana a partir de inferencias de otros lugares que he examinado, lo aplico a todo el planeta a partir de las descripciones de los diferentes lugares aportadas por distintos autores» 263.) Las aguas subterráneas y los movimientos del interior de

minerales y estudia la configuración del terreno en el paisaje de la Toscana —aunque lo hace de una manera tan somera y general, que no veo que tengan nada que ver con los detallados estudios sobre el terreno que se realizan en la actualidad—. Esta diferencia se convierte en algo crucial para entender desarrollos posteriores, pero también las analogías olvidadas de la estructura teórica contienen una importante revelación.

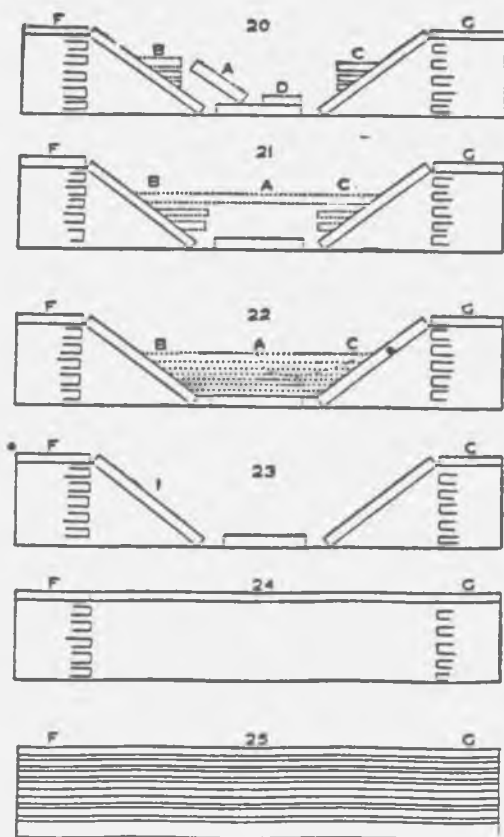


FIGURA 2.9.—Historia geológica de la Toscana según Steno, tal y como aparece en la traducción al inglés de J. G. Winter (1916), probablemente más en conformidad con la corriente geológica posterior, que considera el tiempo como una secuencia lineal, que con el concepto de Steno.

la tierra son capaces de crear huecos dentro del acúmulo de sedimentos, dejando intacta la capa superficial, pero horadando los estratos internos, originando una estabilidad muy precaria (figura 24). La corteza se colapsa dentro de los huecos (figura 23), y emergen las aguas del diluvio de Noé depositando un nuevo acúmulo de sedimentos en la cuenca recién formada (figura 22). Durante la calma que sigue a la inundación, vuelven a formarse huecos dentro del

nuevo acúmulo de sedimentos (figura 21), y la corteza formada por los depósitos posteriores al diluvio, de nuevo se colapsa en el interior de los huecos, dando lugar a la superficie de la tierra tal y como la encontramos hoy (figura 20).

La lealtad de Steno a la flecha del tiempo va mucho más allá de su iconografía. Estudia y defiende extensamente esta aproximación general a la historia; y utiliza los mismos argumentos que usó Burnet. Steno muestra su acuerdo con Burnet en que cualquier reconstrucción del planeta primitivo debe apoyarse en los signos de la historia remanentes en la actual forma de los objetos. Debemos saber (262) «en qué medida las circunstancias actuales de cualquier cosa revelan las circunstancias pasadas de esa misma cosa» (*quomodo praesens alicuius rei status statum praeteritum eiusdem rei detegit*). Como principal criterio, Burnet propuso que el actual desorden de la superficie de la tierra es un claro signo del cambio que debió sufrir la perfección original. Steno utiliza el mismo argumento. Considera que el planeta original era un organizado acumulo de sedimentos; y el hecho de su desorganización constituye su criterio explícito de la historia: «las desigualdades de la superficie, tal como aparecen actualmente, son una clara muestra de los diferentes cambios» (262).

Si me hubiera fiado de la ilustración que aparece en las publicaciones disponibles, nunca hubiera podido captar la riqueza del concepto de Steno ni sus analogías con el de Burnet. Pero un día, por el placer estético y como si fuera algo sagrado, tuve la oportunidad de revisar todas las páginas de una copia original del *Prodromus*. Cuando llegué a la versión original de Steno sobre la historia de la Toscana inmediatamente advertí la diferencia con sus posteriores reproducciones, pero en ese primer momento no supe apreciar el significado de esta alteración.

Steno no agrupó las seis etapas en una columna vertical, lo hizo en dos columnas, una al lado de la otra, conteniendo tres etapas cada una. Posteriormente, los historiadores han alterado la disposición de la figura de acuerdo con las convenciones modernas, de manera que el tiempo geológico fluya en una dirección, como en las estratificaciones, con los más antiguos en la parte más baja. Es de suponer que no se le concediera ningún significado especial al orden que dispuso Steno en su ilustración, porque no se ha explicado nada acerca de este cambio en la disposición. Tal vez se pensó que Steno ordenó su figura de una manera tan particular (particular para la convención moderna) porque tenía que acoplar las seis etapas al final

de una lámina, bajo una serie de figuras de cristales, y no había espacio material para su disposición en una sola columna vertical. O tal vez, dado que las ilustraciones generalmente despiertan muy poco interés como documentos históricos, apenas se pensó en las consecuencias que podía implicar este cambio, y simplemente se dispuso la figura como lo haría un geólogo moderno.

Guardé esta diferencia en la trastienda de mi mente, y sólo aprecié su significado cuando empecé a pensar seriamente en las relaciones entre las distintas metáforas del tiempo. La nueva disposición en una sola columna vertical es una clara flecha del tiempo de acuerdo con la convención actual, que refleja la metáfora del tiempo que predomina en la actualidad; y por tanto, parece «evidente» que se rechace la disposición original de la figura de Steno como algo sin consecuencias, o como una singular disposición fruto de la carencia de espacio disponible. Pero un estudio del libro de Steno, y una apreciación general del trato que dieron los primeros geólogos a la flecha del tiempo y al ciclo del tiempo, hacen pensar que la disposición que dio Steno a su figura tenía un significado.

Al contar la historia de la Toscana, Steno no limitó su atención a la narrativa. Trató también de desarrollar una teoría cíclica de la historia de la tierra. Las seis etapas forman dos ciclos de tres, y no una secuencia lineal. Cada ciclo discurre a través de las mismas tres etapas: depósito en una uniforme serie de capas, excavación de huecos en el interior de los estratos, y colapso del estrato superior en dichos huecos, dando lugar a una superficie confusa e irregular a partir de una uniformidad inicial. En el texto de Steno se define con más claridad esta interpretación de la configuración de la figura. En su narrativa podríamos entender las seis etapas de una manera secuencial, pero llama la atención la cuidadosa repetición de palabras con las que se establecen correspondencias entre los estadios de los dos ciclos. Sobre el segundo depósito de estratos, correspondiente a la figura 22: «En el momento en el que el estrato BAC se estaba formando, al igual que lo hacían otros estratos inferiores, todo él se hallaba cubierto por agua; o lo que es lo mismo, por una vez el mar se levantó por encima de las montañas, por muy altas que éstas fueran» (262-263). Y sobre el segundo depósito de estratos, correspondiente a la figura 25 (la narrativa de Steno discurre partiendo de lo más joven en dirección a lo más viejo, al contrario que en la convención actual): «Cuando se estaba formando el estrato FG, un fluido acuoso descansaba sobre él; o lo que es lo mismo, por una

vez la cumbre de las más altas montañas estuvo cubierta por agua» (263).

En sus conclusiones, Steno habla fundamentalmente de repeticiones, y no de secuencias: «Así pues, reconocemos seis configuraciones distintas en la Toscana, dos cuando ésta se hallaba en estado fluido, dos cuando estaba seca y nivelada y dos en su colapso» (263).

Steno no restringe su defensa de la historia cíclica a los datos sobre la Toscana, también propone un argumento general sobre la repetición cíclica como propiedad inherente al tiempo y a los procesos naturales: «Dado que el cambio en los objetos de la naturaleza es efectivamente constante, no puede negarse que al igual que una vez, al principio de los tiempos, todos los sólidos de la tierra estuvieron cubiertos por un fluido acuoso, pudieran haber estado cubiertos por algún fluido acuoso una segunda vez; porque en la naturaleza no hay nada que se reduzca a nada» (265).

Pero las analogías con Burnet van más lejos. Así como Burnet presentó un poderoso argumento para integrar adecuadamente sus dos metáforas, basándose en lo que aquí hemos llamado dilema de Borges sobre el infinito; Steno resuelve la tensión potencial de una manera similar, con argumentos sobre la repetición *con una diferencia*. Y también utiliza los dos mismos criterios para valorar estas diferencias: la narrativa y el vector.

Steno también sigue a Burnet cuando dice que las diferencias entre ciclos deben existir para que el tiempo sea inteligible; y que, por otra parte, en cada nuevo ciclo se repite la última secuencia con precisión, de forma que nunca podemos saber dónde estamos dentro del curso de la historia. En este sentido, Steno (que salvó su reputación al escribir con brillantez sobre la naturaleza de la sedimentación) asegura que si los estratos del segundo ciclo no guardan diferencias internas con las capas de la primera secuencia, entonces no podemos contar con ningún criterio para identificar los ciclos, salvo la superposición: descubrir la ubicación de un estrato directamente encima de otro. (Y, como saben todos los geólogos, nuestro registro de sedimentación es tan poco preciso, que rara vez proporciona una evidencia tan directa. Y dado que en cualquier lugar normalmente sólo encontramos rocas de un ciclo, debemos ser capaces de identificar cada ciclo a partir de evidencias internas.)

Entonces Steno presenta un patrón del orden interno basado en el criterio narrativo de Burnet. Advierte que los estratos del primer ciclo no contienen fósiles (refiriéndose a productos del planeta ori-

ginal, anteriores a la creación de la vida), mientras que los estratos pertenecientes al segundo ciclo contienen restos de animales y plantas que desaparecieron durante el diluvio. «Por tanto, no debemos olvidar que cuando aquellos estratos (los del primer ciclo) se estaban formando, el resto de estratos todavía no existían... Todo se hallaba cubierto por un fluido libre de animales, plantas y otros sólidos» (264).

Steno también invoca el segundo criterio histórico de Burnet —la búsqueda de vectores—. Así identifica dos vectores que dan dirección al tiempo. El primero consiste en que cada nueva secuencia de estratos abarca una extensión geográfica menor que la anterior, esto es porque los estratos se forman dentro de la corteza colapsada del ciclo anterior. La primera estratificación ocupó todo el planeta (en la figura 2.10, abajo a la derecha); mientras que la segunda (abajo a la izquierda) solamente se extendió en el área central¹⁰. Y sobre el segundo, dice que cada colapso de la corteza determina una superficie cada vez más escabrosa (en la figura 2.10 se puede comparar el estadio situado a la derecha de la parte más alta correspondiente al primer ciclo, con el de su izquierda, del segundo ciclo), así podemos saber en qué punto de la flecha del tiempo nos hallamos según lo distinta que sea la superficie de nuestra corteza con respecto a la superficie uniforme de la primera corteza: «La primera superficie de la tierra era menos escabrosa, porque estaban más cercanos los principios» (267).

Ahora podemos compendiar las analogías entre Burnet y Steno, autores de sendas teorías geológicas generalmente consideradas como radicalmente diferentes, casi éticamente opuestas, y como la mejor y la peor de las teorías de su tiempo:

1. Ambos conjuntan evidencias de la naturaleza y de las Escrituras para narrar la historia de la tierra. Hay una pequeña diferencia, que ya hemos citado, entre Burnet y Steno sobre esta metodología dual: «En relación con el primer aspecto de la tierra, la naturaleza y las Escrituras están de acuerdo en que se hallaba cubierta por agua; pero en cuanto a de qué manera, desde qué momento y durante

¹⁰ Un geólogo moderno pondría la objeción de que esta progresiva restricción del espacio para la estratificación implica que en un planeta viejo dicho espacio sería nulo. Pero para Steno la Tierra era un planeta joven, con apenas dos ciclos de edad, y con una duración potencial ilimitada.

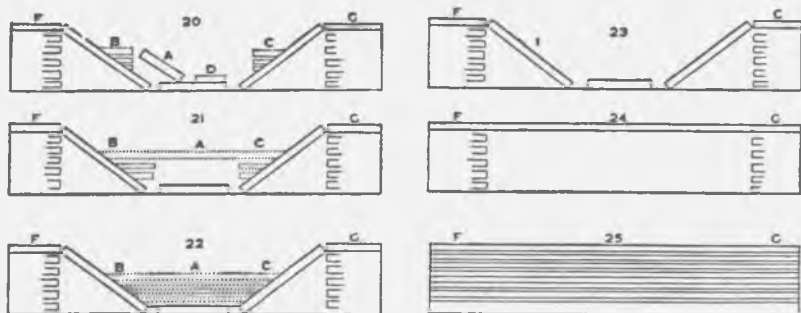


FIGURA 2.10.—*Versión original de la historia geológica de la Toscana según Steno, dispuesta en dos columnas paralelas.*

cuánto tiempo, la naturaleza no revela nada y las Escrituras sí» (Steno, 263).

2. Los sistemas geológicos de ambos autores se basan en los mismos mecanismos básicos: la teoría del colapso de la corteza (probablemente desarrollada a partir de Descartes). Ambos consideran la tierra originalmente uniforme y concéntrica. Ambos interpretan el diluvio universal como la unión de las aguas procedentes de un estrato concéntrico subyacente a la corteza con las aguas de una prolongada lluvia bíblica. Ambos argumentan que el diluvio, al originar el colapso de la corteza en los espacios dejados por las aguas subterráneas que emergieron, configuró la actual topografía de la tierra. Ambos carecen de un concepto de reparación, e interpretan la historia de la tierra como la pérdida de la uniformidad original hacia una irregularidad cada vez mayor.

3. Lo más importante, Burnet y Steno interpretan la historia de la tierra como una fascinante mezcla de flecha del tiempo y ciclo del tiempo. Ambos presentan representativas ilustraciones que compendian en una interesante unión estas dos metáforas aparentemente conflictivas. Burnet muestra un círculo de planetas, no una serie lineal. Y Steno traza dos hileras paralelas, no una única secuencia (Aunque después los historiadores cambiaran la disposición de su figura, ocultando esta característica básica.) Para ambos autores la historia oscila de una manera cíclica (el ciclo del tiempo), y cada repetición es diferente (la flecha del tiempo) para que el tiempo sea inteligible y la historia tenga una dirección.

A modo de comentario final, y con brevedad casi misteriosa porque volveremos extensamente al tema en el último capítulo, veamos cómo cada una de las metáforas del tiempo contiene una importante penetración intelectual. El ciclo del tiempo aporta inmanencia, una serie de principios tales que existan independientemente del tiempo, y que impriman un carácter universal, un vínculo común entre todas las maravillas de la naturaleza. La flecha del tiempo es el gran principio de la historia, la manifestación de que el tiempo avanza inexorablemente, de que verdaderamente nadie puede bañarse dos veces en el mismo río. La historia imprime absoluta unicidad *in toto*, aunque haya principios atemporales capaces de regular objetos y abstracciones.

En su debido momento, la flecha del tiempo acabará con la rigidez matemática de los esquemas de Burnet y Steno —basados en un número definido de ciclos y en una predecible repetición de estadios—. La historia de nuestro planeta podría ajustarse al círculo de Burnet o a las series paralelas de Steno solamente si un sabio agente del orden gobernase el cosmos y estableciese leyes de tal manera que los productos de la historia pudiesen encajarse en patrones tan simples y rigurosos. La idea de Darwin sobre una historia verdaderamente contingente —la flecha del tiempo en su sentido más amplio—, una caprichosa secuencia de sucesos complejos, únicos, e irrepetibles eslabonados en una cadena unidireccional de causas complejas (salpicada por pinceladas de aleatoriedad), ha hecho que los esquemas numerológicos de Burnet y Steno parezcan inconsistentes con cualquier noción aceptable del tiempo en la tierra. La réplica más profunda que podemos encontrar para aquellos que intenten ordenar los productos del tiempo de una manera tan simple es sencillamente «el tiempo lo dirá». Pero la flecha del tiempo también mantiene su propio poder, sólo que hay que buscarlo por otro camino.

Capítulo 3

TEORIA DE LA TIERRA DE JAMES HUTTON: UNA MAQUINA SIN HISTORIA

Retratando el abismo del tiempo

El mundo es tan complejo, y las aptitudes necesarias para comprenderlo tan variadas, que incluso la mayor de las mentes necesita a menudo un ayudante para compensar sus conocimientos ausentes. Así, muchos de los grandes amantes de la historia se aseguraron sustitutos para conjuntar la apariencia física requerida con la belleza de su poesía (Cyrano de Bergerac, entre otros), algunos científicos han necesitado un * Boswell para presentar ideas brillantes en forma comprensible. James Hutton, cuya *Teoría de la Tierra* (1795) marcó el convencional descubrimiento del tiempo profundo en el pensamiento geológico británico, podría haber ocupado un lugar insignificante en la Historia, si su voluminoso tratado no hubiera sido abreviado por su amigo, y brillante estilista del lenguaje, John Playfair en *Ilustraciones de la teoría huttoniana de la Tierra* (1802).

En un lenguaje literario familiar, Playfair describió un gran descubrimiento geológico que Hutton le había enseñado en 1788; fue, más que un hallazgo, una interpretación. Hutton había distinguido

* Destacado lingüista inglés. [N. del T.]

en lo que ahora llamamos una inconformidad la mayor evidencia sobre el terreno de la amplitud del tiempo. Playfair describió un fenómeno que Hutton describiría más tarde, en una de sus pocas ilustraciones de su tratado, valorado y reproducido desde entonces, como un punto de cambio en el conocimiento humano. (Es, por ejemplo, la ilustración referida a este capítulo —figura 3.1— y a la de *Basin and Range* de John McPhee):

Sobre los que vimos ese fenómeno por primera vez, la impresión será difícilmente olvidada... A menudo nos decimos que clara evidencia podríamos haber tenido de la diferente formación de esas rocas, y del largo intervalo que separó su formación, si las hubiéramos visto emerger en la actualidad desde el fondo de las profundidades... Aún, las revoluciones más remotas, resultan distantes en relación con esta extraordinaria perspectiva. La mente parece crecer vertiginosamente, al mirar en la inmensidad del abismo del tiempo.

Una inconformidad es un fósil superficial de la erosión, una bre-

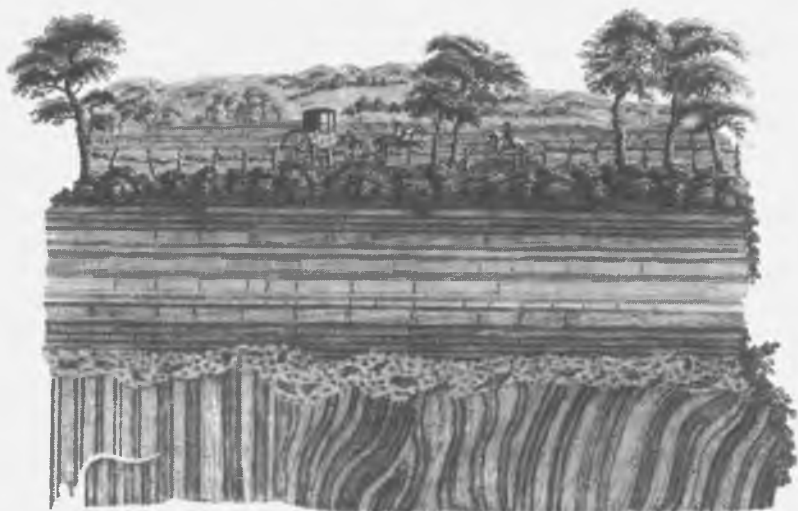


FIGURA 3.1.—John Clerk del pueblo de Eldin solemnizó en este grabado la inconformidad de Hutton en Jedburgh, Escocia.

cha en el tiempo separando dos episodios en la formación de las rocas. Las inconformidades son evidencia directa de que la historia de nuestra tierra implica varios ciclos de hundimientos y elevaciones.

Todavía empleo el dibujo de Hutton en mis cursos de introducción, para ilustrar un principio que continúa aturdiéndome con su elegancia, después de repetirlo veinte años, el complejo panorama de la Historia, que puede ser deducido a través de la simple geometría vertical sobre horizontal una vez que comprendes las reglas básicas del asentamiento de los estratos. Con la inconformidad de Hutton como clave, puedo hacer una lista con una docena distinta de sucesos que deben haber ocurrido para producir esa geometría.

A partir de grandes extensiones de mantos de agua, los estratos deben estar depositados llanamente o muy próximos, la subyacente secuencia vertical los eleva en ángulos rectos a su actual orientación. Esos estratos son entonces partidos, elevados, e inclinados en vertical, formando la tierra sobre la superficie del océano. La tierra se erosiona, produciendo su superficie irregular horizontal. Ocasionalmente, los mares se elevan otra vez (o la tierra se funde) y las olas una vez allanan la vieja superficie produciendo un amasijo de guijarros proveniente de los estratos verticales. Bajo el mar, una vez más, los estratos horizontales se forman como productos del segundo ciclo. Otro período de elevación levanta entonces esas rocas sobre el mar una vez más, esta vez sin romper o inclinar los estratos. (Hutton nos recuerda que debemos deducir un segundo episodio de elevación mediante el mito de Faeton y su carro sobre el conjunto horizontal de los estratos *marinos* originales.) Así vemos en esta geometría simple de horizontal sobre vertical, dos grandes ciclos de sedimentación con dos episodios de elevación, el primero tumultuoso, el segundo más suave.

Los estudiantes no tienen problemas captando esta amplia deducción y aprecian el propósito. Más duro de aceptar es el revolucionario concepto incluido en esta historia deducida, que a través del trabajo de Hutton, ayudó a incorporarlo entre los lugares habituales del pensamiento moderno. Lo revolucionario reside en la comparación con las anteriores teorías geológicas, las cuales no incluían mecanismos para la elevación y para la visión de la historia de nuestro planeta como un corto episodio de ininterrumpida erosión, así, las montañas de una topografía original se funden en el mar. Este debate no enfrenta la idolatría bíblica con el pensamiento científico, como a menudo se malinterpreta; así como apunté en el último ca-

pítulo, la visión mecánica de Steno, compartía con otros geólogos del XIX, la teoría de la erosión continuada como el principio organizativo de la Historia.

La cuestión principal del debate era, una y otra vez, el tiempo lineal y el tiempo cíclico. Hutton, argumentaré, no expuso sus deducciones fundamentales desde sus agudas observaciones en el campo sino imponiendo a la tierra *a priori*, del más puro y rígido concepto del tiempo cíclico nunca presentado en la geología, tan rígido de hecho, que requirió el relanzamiento de Playfair para ganar aceptación. Playfair ayudó a la victoria de Hutton mediante el apoyo a la visión última y antihistórica de su querido amigo.

En cualquier caso, esta ilustración, y la inconformidad que representa, ganó su importante significado como el primer signo de directa evidencia del tiempo cíclico y de una tierra milenaria. Uno puede presentar abundante teoría (como Hutton hizo) sobre el papel del calor en el levantamiento de los estratos, pero las inconformidades son pruebas palpables de que la tierra no se dirige a la ruina, sino, una vez más, continúa descomponiendo y elevando cíclicamente los productos de la erosión, mostrando según las famosas palabras de Hutton: «ningún vestigio de comienzo, ninguna previsión de fin» (1788, 304).

La máquina mundial de Hutton y las disposiciones del tiempo profundo

James Hutton tuvo la buena suerte de vivir en una de esas raras conjunciones de tiempo y lugar, en la cual, en un mundo no superpoblado de genios, trajo una masiva crítica junto con propósitos comunes.

Cambiaría todas las ventajas de la humanidad, por ser testigo del momento cuando Franklin y Jefferson discutieron la libertad, Lenin y Trotsky la revolución, Newton y Halley sobre la forma del Universo, o cuando Darwin divirtió a Huxley y Lyell en Down. Hutton era bastante rico para ser un intelectual totalmente dedicado a su tarea, cuando Edimburgo era la capital del pensamiento en Europa y cuando David Hume, Adam Smith, y James Watt honraban sus cenas sociales. Hutton pertenecía a esa especie extinguida del pensamiento del XVIII, el matemático que llevó todo el conocimiento a su provincia y lo repartió con sabiduría entre la filosofía y la ciencia.

(Una cualidad que los contemporáneos de Hutton no reconocieron.) La mayoría de los tratados generales de Hutton permanecen sin publicar, y tenemos poca idea del alcance de su visión, pero profesó la mayor atención en desarrollar una teoría de la Tierra como un objeto físico, el cual, existe para un propósito, por lo tanto se convirtió bajo la moderna clasificación, en un geólogo, y a través de la moderna mitología, en el padre de la geología.

Hutton ha adquirido esta paternidad porque la tradición ¹ inglesa le ha señalado como el descubridor primario del tiempo profundo, y todos los geólogos sabemos por propia experiencia que nunca nada de nuestra profesión ha merecido la pena tanto.

Para un historiador, el estilo amplio de Hutton provee la virtud del exceso, siempre puedes decir lo que él consideraba importante porque lo repite una y otra vez. Así, pocos temas en los cientos de páginas de su *Teoría de la Tierra* están presentes a excepción de su convicción y maravilla sobre el tema de la inmensidad del tiempo. Así de éste se extrajeron algunas líneas maravillosamente formadas por un hombre reconocido (injustamente, creo) como el peor escritor de todos los tiempos entre los grandes pensadores.

Considerar sus dos más famosas afirmaciones:

El tiempo, que mide cada cosa en nuestras ideas, y es a menudo corto en nuestros planes, es para la naturaleza infinito como la nada (1788, 215).

Y la llamativa línea final del tratado de 1788:

Si la sucesión de mundos está establecida en el sistema de la naturaleza, resulta en vano buscar algo más elevado en el origen de la Tierra.

El resultado, por lo tanto, de nuestra actual investigación es que no encontramos vestigio de un comienzo ni previsión de un final (304).

El papel del tiempo profundo en la mecánica de la Teoría de Hutton ha sido discutido hábilmente a menudo. Sólo daré aquí un breve resumen mediante el reconocimiento del carácter ígneo de muchas rocas anteriormente observadas como sedimentos (productos de la desintegración), Hutton incorporó un concepto de reparación dentro de la historia geológica. Si los resurgimientos pueden restaurar

¹ Me refiero al idioma, no a la nacionalidad. Sabiendo que Escocia no es Inglaterra, no deseo atribuir al inglés el lenguaje tradicional de interpretación.

toda la topografía erosionada, entonces los procesos geológicos no imponen límites al tiempo. Los desmoronamientos por la acción de las olas y los ríos pueden ser revertidos, y la tierra restaurada a su original elevación mediante las fuerzas de elevación. El resurgimiento del terreno puede seguir a la erosión en un ciclo ilimitado de creación y destrucción.

Hutton describe la Tierra como una máquina, un instrumento de una particular clase. Algunas máquinas se quedan inservibles cuando sus piezas quedan irreparables. Pero el mundo-máquina de Hutton funcionaba de una forma particular, que evitaba cualquier envejecimiento. Algo tenía que iniciar el sistema (un tema más allá de los límites de la ciencia, en opinión de Hutton), pero una vez puesto en acción, la máquina no podía pararse cuando ésta quisiese porque cada etapa de su ciclo provocaba directamente la siguiente. Así, Playfair escribió: «el Autor de la naturaleza no ha dado leyes al universo, donde, como en las instituciones de los hombres, parten de ellos mismos los elementos de su propia destrucción. El no ha permitido en sus obras ningún síntoma de infancia o vejez o cualquier signo mediante el cual podamos estimar tanto su futuro como su antigüedad» (1802, 119).

El autorrenovador mundo-máquina de Hutton funciona sobre un ciclo de tres etapas repetidas sin fin. Primero, la topografía terrestre se disgrega cuando las olas y los ríos desintegran las rocas formando suelos sobre los continentes, diluyendo los productos de la erosión en los océanos. Segundo, las innumerables partículas de los viejos continentes son depositados como estratos horizontales en los fondos marinos; cuando los estratos se compactan, su propio peso genera el suficiente calor y presión para movilizar las capas más bajas. Tercero, el calor de los sedimentos fundidos y la penetración del magma ocasiona la expansión de la naturaleza «con sorprendente fuerza» (1788, 200), produciéndose enormes elevaciones y generando nuevos continentes en los lugares de los antiguos océanos (mientras que las áreas erosionadas de los viejos continentes se convierten en nuevos océanos).

Cada etapa implica automáticamente las siguientes. El peso de los sedimentos acumulándose genera suficiente calor para consolidar y a continuación elevar los estratos; la escarpada topografía de las elevaciones debe por fuerza erosionarse cuando las olas y los ríos hacen su trabajo. El ciclo del tiempo rige la erosión del mundo-máquina, así como la deposición, consolidación y elevación; los conti-

nentes y los océanos intercambian lugares en una lenta coreografía que nunca puede acabar o incluso envejecer mientras las fuerzas supremas mantengan el orden actual de las leyes de la naturaleza. El tiempo profundo se convierte como simple deducción de las operaciones del mundo-máquina.

El Hutton de leyenda

Charles Lyell, reescritor de la historia de la geología (ver capítulo 4), demandó un cierto tipo de héroe, y Hutton era el más acorde a estos requerimientos. Simple chauvinismo requería un personaje británico, y Hutton prevaleció (incluso cuando cerca de la mitad de su *Teoría de la Tierra* presenta extensas citas sin traducir de fuentes francesas). Hutton no fue nunca considerado una figura importante por los geólogos europeos. No creo que ni siquiera tuviera mucha influencia sobre la gran floreciente y profesionalizada geología británica, que siguió a la fundación de la sociedad geológica de Londres en 1807. Esta primera generación profesó su atención a las indagaciones históricas que Hutton rehusó (ver la última sección de este capítulo). La superioridad de Hutton rellenó una necesidad posterior.

La construcción de la historia de Lyell enmarcó el resurgimiento de la geología científica como la victoria del informalitarismo sobre la anterior torpeza de las especulaciones sin fruto, basadas en catástrofes sin comprobación y otras proposiciones caprichosas, que explicaban el pasado mediante causas que ya no afectaban más a la tierra. La visión de Lyell requirió un héroe empírico, un hombre voluntarioso para realizar su paciente y duro trabajo en el campo y construir teorías adecuadas inducidas a través de los fenómenos observados. Hutton fue presionado al servicio de una de las mayores y flagrantes descaracterizaciones nunca perpetrada por la heroica tradición en la historia de las ciencias. Hutton vino para dar forma a la mística del trabajo de campo contra las fuerzas de reacción.

En este mito estándar, Hutton descubrió el tiempo profundo porque formuló el principio cardinal de la geología empírica y la utilizó para sacar dos conclusiones centrales de su trabajo de campo. Se nos dice que Hutton instrumentalizó el principio del informalitarismo, vagamente traducido en los libros de texto como «el presente es la clave para el pasado». Usando esta premisa, Hutton observó entonces: primero, ese granito debe ser una roca intrusa, no

un sedimento (por lo tanto un reflejo de las fuerzas de elevación, no un producto de la desintegración), y segundo, esa inconformidad proporciona evidencia directa de los múltiples ciclos de elevación y erosión. Hutton usó esas dos observaciones cruciales como la base para incluir una teoría cíclica del mundo-máquina a partir de la evidencia en el campo.

La leyenda huttoniana no comenzó al instante, Lyell lo ensalzó bastante alto, pero más como un hombre que intentó extender el programa de Newton del espacio al tiempo, como un gran empírico (1830, I, 61-63). En una carta personal (K. M. Lyell, 1881, II, 48), Lyell comentó que el sistema de Hutton no mostraba más progreso más allá de Hooke o Steno.

La elevación de Hutton adquirió su forma canónica en la obra que clasificó a Burnet entre los malos y presentó el mito empírico como la forma más influyente: *Los fundadores de la geología* (1893), de sir Archibald Geikie. El Hutton de Geikie es un modelo de objetividad, una copia ideal. «En toda la doctrina de Hutton se esforzó en guardar la admisión de cualquier principio que no pudiera ser encontrado a través de la observación. No hizo asunciones, cada paso de sus deducciones estaba basado sobre hechos actuales y los hechos estaban dispuestos para ceder natural e inevitablemente a las conclusiones que él sacó sobre ellos» (1905, 314-315). Sometiéndose a la mística primaria de la geología, Geikie identificó la fuente de esas rigurosas observaciones de campo: «fue campo a través en busca de hechos... Hizo viajes a diferentes lugares de Escocia.

Asimismo amplió sus excursiones a Inglaterra y Gales. Durante treinta años nunca dejó de estudiar la historia natural del globo» (1905, 288). Geikie etiquetó entonces la teoría de su compañero escocés como «un sistema coherente mediante el cual la tierra se convierte como si fuera su propio intérprete» (1905, 305).

El mítico Hutton de Geikie ha estado firmemente atrincherado en los libros de geología desde entonces. Es presentado todavía a nuestros estudiantes como el primer empírico real en la geología y, por lo tanto, el fundador de nuestra ciencia: «el primero en romper formalmente con la tradición religiosamente guarnecida fue James Hutton», afirma el libro de texto *«Geology today»* (1973). Leet and Judson (1971, 2), durante muchos años el libro más vendido de todos, afirmaba orgullosamente: «la moderna geología nació en 1785 cuando James Hutton... formuló el principio de que los mismos procesos físicos que están operando en la actualidad también lo hi-

cieron en el pasado». Usando una metáfora escatológica de los trabajos de Hércules, Marvin (1973, 35) escribió: «Hutton realizó su tarea para despejar los principios geológicos establecidos en la doctrina catastrofista durante cientos de años.»

Siguiendo la dirección de Geikie, los libros identifican la gran visión de Hutton con su trabajo de campo. Bradley (1928, 364) escribió: «en toda la teoría de Hutton, sólo es usado el método inductivo de razonamiento, hizo que la tierra contara su propia historia». Seyfert y Sirkin, en otro texto introductorio (1973, 6), atribuye todo el éxito de Hutton a su trabajo de campo y todo su fracaso a su estilo literario: «aun así las ideas de Hutton fueron respaldadas por las cuidadosas observaciones de campo, pero su teoría fue escrita en un estilo tan difícil que no fue leído ampliamente».

La mayor fortaleza repetidamente afirmada del mito de Hutton trasciende las líneas solitarias de los textos tradicionales. John McPhee, por merecidas razones propias (en general una romántica visión de la naturaleza, y un compromiso para preservar la belleza natural en una época de peligros sin igual), ha adoptado a Hutton para transportar la mística del trabajo de campo tanto a la ciencia como a la estética. En *Basin and Range* (1980), McPhee explora las dos grandes revoluciones de la geología, el tiempo profundo y el movimiento perpetuo (integrados en las placas tectónicas).

Así, él continuó a los geólogos de campo y vivió la segunda revolución, él ha interpretado las placas tectónicas con aguda percepción (y maravillosa prosa). Pero como dependió de los clásicos de la primera revolución, dio al mito huttoniano el mayor impulso literario desde la invención de Geikie.

McPhee colocó a Hutton y a sus oponentes como precursores de una tensión moderna en la geología (una dicotomía con largas y enzarzadas ramas, que también evocaban tanto los contrastes básicos como los románticos y mecanismos de aproximación y procedimientos holísticos y analíticos), la deslumbrante complejidad del equipamiento de los laboratorios, a menudo manejados por personas con férreos conocimientos matemáticos y escasos sobre las rocas, contra las anticuadas observaciones de campo. Abraham Gottlob Werner, el principal oponente de Hutton en el debate sobre el granito, se convirtió en el prototipo de la amenaza de los laboratorios asépticos, hecho que aumentó Geikie:

Algunos geólogos contemporáneos distinguen en Werner el antecedente li-

neal de lo que viene a ser conocido como la geología de cuarto oscuro, personas en batas blancas pasando los días de verano en sótanos, vigilando instrumentos de millones de dólares, que destellan como faros, las palabras de sir Archibald Geikie hacia Werner son elocuentes: «su primer cuadro de clasificación de las rocas muestra por su flaqueza qué débil era su información adquirida a través de la observación práctica de las rocas en el campo... Un consumado geólogo que parece haber empapado en tinta el mango de su pico (94).

(Yo encuentro esta analogía particularmente relevante a causa de su ineptitud. Werner fue un conferenciante e ingeniero de minas, no un hombre de laboratorio, en una época que, en cualquier caso, proclamó escasamente el suntuosismo de los equipos. Esta falsa comparación sólo puede registrar el deseo de algunos geólogos para defender algo que no les gusta hoy con desprecio hacia el pasado.)

Hutton, por el contrario, puso de moda la moderna geología de la observación paciente y directa a la naturaleza, la teoría cíclica del mundo-máquina es lentamente «distinguida» sobre las rocas. Así, como escribió McPhee:

Allí donde estuvo se encontró atraído hacia las orillas de los ríos, gargantas, presas naturales, acantilados y barrancos, y si vio vetas negras brillando en las blancas calizas de Norfolk y restos fósiles en las colinas de Cheviot, se preguntó por qué estaban allí. Se preocupó sobre el modo de actuar de la tierra y empezó a distinguir un gradual y repetitivo proceso administrado en ciclos dinámicos (95-96).

Hutton desaprueba su leyenda

La discusión tradicional que indujo a Hutton a su teoría cíclica del mundo-máquina desde las observaciones sobre el terreno, principalmente granito e inconformidades, se convirtieron incluso más difícil de comprender cuando reconocemos que el propio Hutton se hizo eco claramente de la falsedad de su leyenda *prima facie*.

La simple cronología es bastante evidente. Hutton presentó su teoría de la Tierra ante la Real Sociedad de Edimburgo el 7 de marzo de 1785 y el 4 de abril del mismo año, y se publicó un resumen describiendo la teoría esencial y su forma final un año más tarde. La primera versión completa apareció en 1788, siendo el primer volumen de las «*Transacciones de la Real Sociedad de Edimburgo*» se-

guida en 1795 por los abultados (y tradicionalmente ilegibles) dos volúmenes de «*Teoría de la Tierra con pruebas e ilustraciones*».

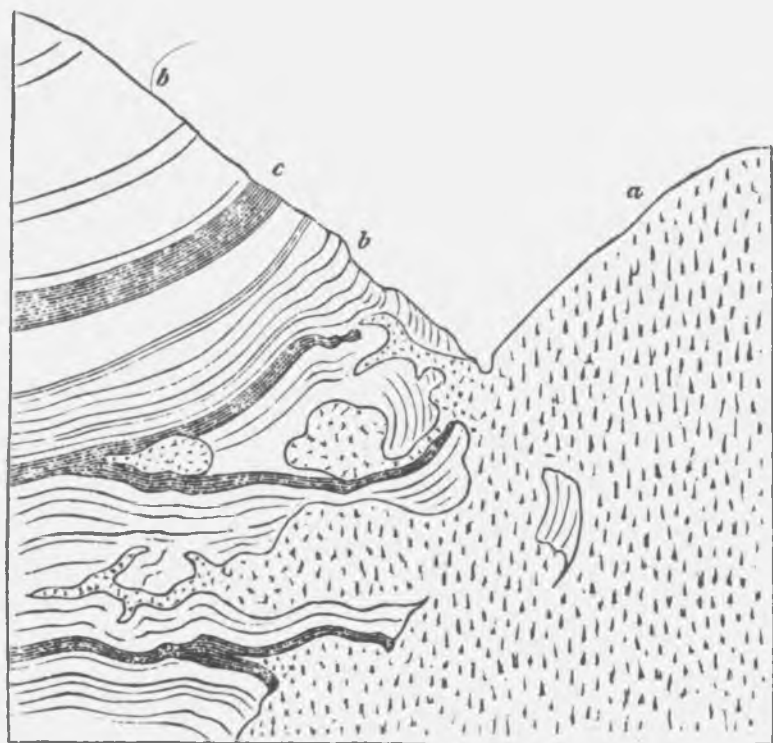
Hutton vio su primera inconformidad en 1787 en el lago Ranza, seguido un año más tarde por un ejemplo en Tweed Basin, modelo para el dibujo de John Clerk de Eldin (Fig. 3.1). En 1788 Hutton encontró su inconformidad más famosa en Siccor Point, llevó a sus amigos en barco para verla, e inspiró el temor de Playfair hacia el «abismo del tiempo».

Cuando expuso su teoría en 1785, Hutton había observado granito sobre el terreno únicamente en una inconformidad. Ese verano visitó varios lugares mejores, incluyendo el afloramiento en Glentilt, donde hizo su observación clave (Fig. 3.2) de vetas de granito introduciéndose en los esquistos como un guante con finos dedos. (Si el granito fuera un sedimento, no podría haberse introducido en cientos de recovecos y brechas en esquistos superiores. El granito, concluye Hutton, debe haberse introducido en forma fundente desde abajo. Debe ser más joven que el esquisto y una fuerza de posterior levantamiento lo introdujo allí, siendo señal de la original construcción de la Tierra.)

Así como G. L. Davies argumentó en su disertación maestra sobre el mito empírico (1969), Hutton desarrolló su teoría en la forma final antes de haber visto siquiera una inconformidad y cuando había observado granito únicamente en un solo afloramiento inconcluso.

Todavía podríamos apoyar una versión más débil del mito empírico si Hutton se hubiera abrazado al misticismo del trabajo de campo y hubiera intentado posteriormente esconder el carácter *a priori* de su teoría mediante la imposición del carácter derivado de sus cruciales observaciones. Por lo menos el ideal permanecería intacto.

Aun así esta versión fracasa ante el propio entusiasmo de Hutton. El presenta su teoría, con orgullo, como derivada de la razón desde las premisas claves que no estaban presentes en la ciencia moderna (ver la sección siguiente). Entonces dispuso sus observaciones como unas confirmaciones subsecuentes de esas ideas. Su afirmación sobre el granito no podía ser más clara o concisa: «Únicamente lo vi, en Peterhead y Aberdeen, así que ese fue todo el granito que había observado cuando escribí mi Teoría de la Tierra [versión de 1788]. Desde entonces lo he visto en diferentes lugares, porque continué con el propósito de seguir examinándolo» (1795, I, 214). Para Hutton, las inconformidades proclaman su estatus derivado del tí-



Uniones de granito y pizarra en Glen Tilt.

a) Granito

b) Pizarra

c) Esquistos arcillosos azules

FIGURA 3.2.—Una ilustración de la primera edición de *Principles of Geology* de Charles Lyell (1830) mostrando el famoso lugar donde Hutton confirmó la naturaleza ígnea del granito al encontrar una multitud de vetas de granito introducidas en sedimentos más antiguos.

tulo en el capítulo de su discusión: «La teoría confirmada desde las observaciones realizadas con el proposito de distinguir el sujeto» (1795, I,453).

De hecho, el trabajo de Hutton se resintió seriamente en su reputación cuando una tradición empírica importante surgió en la Geología a comienzos del siglo XIX, los contemporáneos próximos a Hut-

ton le clasificaron entre los anticuados constructores del sistema en una época especulativa. Cuvier sólo dedicó un párrafo a Hutton en su discurso preliminar de 1812, enumerándolo segundo en una lista de seis constructores del sistema. Cuvier presentó a esos seis hombres como superadores de la pura especulación de sus predecesores, pero todavía anclados en la tradición y mutuamente incompatibles a causa de una inadecuada metodología que no puede lograr consenso².

En 1817, la revista *Blackwood Magazine* se hacía eco de la nueva tradición empírica y situaba a Hutton fuera del gremio; «Si hubiera él estudiado la naturaleza, y consecuentemente teorizado, su genialidad con toda probabilidad hubiera ilustrado muchos puntos difíciles, pero es obvio a partir de sus obras que él a menudo revertió este modo de proceder.» El juicio de Davies (1969, 178) es duro pero pienso que no es erróneo ni está fuera de lugar: «Mal enunciado, carente de forma, extenso en palabras, y abrigado en una total obscuridad... muchos de aquellos que conocieron la teoría de Hutton sólo a través de sus exposiciones, deberían haberla descartado tanto por desmerecedora como por fantasía indigerible de un geólogo de salón trasnochado.»

Hutton, en resumen, nunca representó erróneamente su intención. Vio la Tierra como un cuerpo con propósito. Este propósito abusó de los requerimientos de la teoría racional. «Las cosas deben ser necesariamente percibidas en la Teoría de la Tierra, si queremos dar estabilidad a un mundo que alberga plantas y animales» (1795, I, 281). Ni siquiera Hutton dedujo la necesidad de una fuerza restauradora (La base de la ciclitud), afirma repetidamente que su concepto de un universo adecuado con propósito se derrumba si tal fuerza no pudiera ser descubierta.

Cuando finalmente descartamos el mito empírico que convirtió a Hutton en su oponente, podemos adecuadamente buscar el descubrimiento del tiempo profundo en esos conceptos *a priori* que Hutton vio como la base racional para su teoría de la Tierra, o cualquier otra. El no encontró tiempo profundo o ciclitud en las

² El precioso resumen de Cuvier sobre el mundo-máquina de Hutton merece la pena repetirlo: «Les matériaux des montagnes sont sans cesse dégradés par les rivières, pour aller au fond des mers se faire échauffer sous une énorme pression, et former des couches que la chaleur qui les durcit relèvera un jour avec violence.»

rocas, podemos comprender el papel de las metáforas del tiempo en la geología de Hutton en lugar de sus exploraciones sobre el terreno.

Las fuentes de la necesaria ciclitud

Hutton es consistente en la ciclitud a través de los temas que toca en sus cientos de páginas. Entre esas reiteraciones ninguna afirmación aparece con más fuerza o frecuencia que su insistencia sobre que cualquier adecuada teoría de la tierra debe explicar su estatus dual como un mecanismo establecido por procesos físicos, como un objeto construido para un propósito definido. El párrafo de comienzo de su primer tratado llama a la tierra «una máquina de una construcción peculiar, la cual se adapta a un final certero» (1788, 209). En 1795 continuó para relacionar medios (o mecanismos) con finales (o propósitos): «la teoría de la tierra será considerada como la filosofía o conocimiento físico de este mundo, lo que es decir una visión general de los medios mediante los cuales el final o propósito es logrado, nada puede ser estimado correctamente como una teoría al menos que induzca en algún grado, la formación de esa visión general de las cosas» (I, 270).

Mediante el mecanismo, Hutton comprende el mundo máquina cíclico en sí. Sobre el propósito de su ciclitud, adelanta una convicción sin respuesta que podíamos catalogar hoy como un enorme enigma, pero que pareció una verdad autoevidente en su época. La tierra fue construida como un habitáculo estable para la vida, particularmente para la dominación humana. Uniendo otra vez medios y finales, Hutton habla de «este mecanismo del globo, que es adaptado al propósito de ser un ser habitable» (1788, 211). Extendiendo este argumento a la vida humana, escribe sobre «un mundo construido con asombrosa sabiduría para el crecimiento y población de una gran diversidad de plantas y animales, y un mundo peculiarmente adaptado al propósito del hombre, el cual habita en todos los climas, mide su extensión y determina su producción a su gusto» (1788, 294-295).

Ninguna noción es más extraña a la ciencia moderna, que la existencia de Hutton, como apoyo de su entero sistema, no verborrea innecesaria, que los objetos físicos tienen propósitos modelados por términos humanos. Aristóteles insistió en que los fenómenos tienen por lo menos cuatro clases distintas de causas: materiales por

su sustancia, eficientes por el constructor o creador, formales para la copia y finales para el propósito. Una casa, en la antigua teoría, encuentra su causa material en los ladrillos y piedras, la eficiencia en los carpinteros y albañiles, la formalidad en los planos arquitectónicos (lo cual no constituye nada en un sentido directo, pero son pruebas *sine qua non* de un diseño particular), y la finalidad en los deseos humanos, mediante los cuales la casa no sería construida al menos que alguien quisiera vivir en ella. Tenemos, hoy en día, más bien restringida nuestra definición de causa por los impulsores y detractores del origen de la eficiencia. Todavía nos podríamos permitir que las casas no pueden ser construidas sin materiales ni planos, pero no podemos referirnos más a esos aspectos materiales y formales como causas. Sin embargo, hemos abandonado explícitamente la idea de causa final para objetos inanimados, y este rechazo encierra, quizá, el cambio más importante en la metodología científica entre la época de Hutton y la nuestra. No podemos entender a Hutton hasta que no recobremos su concepto de causa final como pieza central de las explicaciones.

Todavía hablamos de causa final para objetos contruidos con un fin evidente por la conciencia humana. También nos permitimos un significado vernacular del propósito al descubrir las adaptaciones de los organismos, así, un pez manta no se esfuerza conscientemente para la eficacia hidrodinámica. Pero hemos rechazado severamente cualquier idea de causa final para objetos inanimados, y juzgamos divertido o anticuado las anteriores atribuciones de propósito realizados bajo términos humanos —la luna brilla para que no tropece-mos de noche o las naranjas crecen en gajos para que podamos dividir las fácilmente—. Nos reímos de Aristóteles cuando propone tanto una eficiencia como una causa final para los terremotos: «tiembla tanto porque deba haber un chirriante y rugiente sonido cuando se apaga el fuego (en el interior de la tierra), como para amenazar a las almas en el Tartarus y asustarlas (como los pitagóricos sostienen)» (*Organon*, analíticas posteriores, 94b, 1.34). Nuestra carcajada seguramente representa un acercamiento inapropiado a la historia, y expresa firmemente la profundidad de nuestro cambio de actitud.

No podremos captar la base de la teoría cíclica de Hutton hasta que comprendamos su compromiso con la causa final como un ingrediente necesario para cualquier explicación. Al presentar su primer tratado, Hutton habla de la tierra: «percibimos una fábrica eri-

gida con sabiduría, para obtener un propósito merecedor del poder, que está aparente en la producción de las cosas» (1788, 209).

Hutton defiende como metodología general la búsqueda simultánea de las causas de eficiencia y finalidad expresada así en términos humanos:

Nada puede ser admitido como una teoría de la tierra, la cual no dé, de una manera satisfactoria, las causas eficaces para todos estos efectos... Pero esto no es todo. Vivimos en un mundo donde el orden prevalece en cada lugar; y donde la finalidad de las causas son bien conocidas, al menos en aquellas donde son eficientes. Por ejemplo los músculos, mediante los cuales movemos los dedos cuando escribimos, no son por tanto la causa eficiente de ese movimiento, sino que este movimiento es la causa final por la que los músculos son formados. Así, la circulación de la sangre es la causa eficiente de la vida, pero la vida es la causa final no sólo para la circulación de la sangre, sino para la revolución del mundo... Por lo tanto, la explicación que es dada a los diferentes fenómenos de la tierra debe estar de acuerdo con la actual constitución de este planeta, como un mundo vivo, esto es, un mundo manteniendo un sistema de plantas y animales vivientes (1795, II, 545-546).

Hutton presenta su teoría como la solución *a priori* al problema sobre la causa final, no como una inducción derivada de la evidencia de campo. Podríamos decantarnos por rechazar la insistente reclamación de Hutton y opinar que nadie podía basarse realmente en lo que parece ser no esencial hoy en día. Pero la bancarrota intelectual de tal actitud sería autoevidente.

Hutton afirma explícitamente en el comienzo de su primer tratado (1788, 214-215), y a través de todos sus escritos, que su teoría es un argumento realizado *a priori* y lógicamente necesario para resolver la paradoja de la causa final. Podemos llamar a este problema «la paradoja del suelo». Hutton empleó la mayor parte de su juventud, antes de retirarse a los círculos intelectuales de Edimburgo, a ser un agricultor comprometido y con éxito, estudiando y empleando los últimos métodos de labranza. El investigó en profundidad el suelo, el substrato de la agricultura y toda la vida alrededor. El suelo debe ser rico y constante, para completar la causa final de la tierra como un habitáculo para la vida.

El suelo, generado de la erosión de las rocas, es un producto de las fuerzas destructivas: «para este gran propósito del mundo, la sólida estructura de este planeta debe ser sacrificada, así la fertilidad de nuestro suelo depende del estado débil o incoherente de sus ma-

teriales» (1795, II, 89). Pero si la destrucción de la tierra continúa imparablemente, los continentes se disolverán materialmente en el mar: «la elevación de nuestros continentes son así nivelados por las orillas; nuestras fértiles planicies son formadas a partir de la desintegración de las montañas» (1795, II, 89). El proceso que sostiene la vida se destruiría eventualmente: «la disolución de la materia de este planeta en el mar impondría un período a la existencia de ese sistema, el cual forma la admirable constitución de un planeta vivo» (1795, I, 550).

Las causas eficientes en un planeta benevolente no pueden minar la causa final de estabilidad para la vida humana, aunque, sin ninguna duda, el suelo emerge de la destrucción. Hutton, por lo tanto, opina que una fuerza restauradora debe existir para reconstruir los continentes. Más aún, si la fuente de las elevaciones puede ser interpretada como una consecuencia de la destrucción primaria, entonces nuestro planeta da forma al más simple y armonioso de los sistemas posibles —no dos fuerzas independientes de destrucción y creación enmarcadas en un equilibrio delicado, sino un solo ciclo sosteniendo un firme estado de benevolencia—. Si la erosión no sólo forma el suelo, sino también deposita los estratos para los continentes del segundo ciclo, la paradoja del suelo puede ser resuelta con elegancia: «pero si el origen de este planeta se funda en el mar, la materia que es disuelta de nuestra tierra está precedida solamente por el orden del sistema; y así ningún cambio sería hecho en el sistema general de este mundo, aunque este particular planeta que presenciamos en la actualidad, desapareciera en el curso de la naturaleza» (1795, I, 550).

Hutton no pudo haber afirmado más claramente que dedujo la necesaria existencia de fuerzas de elevación como una solución requerida para la paradoja del suelo, un dilema para la causa final. El tiempo profundo, inherente en la ciclitud resultante, pertenece a la estructura lógica de su argumento *a priori*. En mi pasaje favorito, Hutton nos cuenta por qué la causa final requiere restauración y repetición cíclica:

Este es el modo de cómo vamos ahora a examinar el globo: para ver si hay, en la constitución de este mundo, una operación reproductiva mediante la cual una constitución arruinada puede ser reparada otra vez, y así produciría estabilidad a la máquina, para ser considerada como un mundo sustentando animales y plantas.

Si tal fuerza reproductiva o mecanismo reformador no se encontrara en la constitución de este mundo después de nuestras debidas investigaciones, tendríamos que tener razones para concluir que el sistema de esta tierra ni ha sido hecho intencionadamente imperfecto ni ha sido la obra de un poder infinito y sabio (1788, 216).

El carácter *a priori* de la ciclitud y el tiempo profundo lleva inherente fuertemente la actitud de Hutton hacia los mecanismos o las causas eficientes. El planeta requiere una fuerza restauradora para completar su propósito de ser un habitáculo para la vida, ¿pero cómo ocurren las elevaciones? Ya discutimos los mecanismos del ciclo de Hutton a comienzos de este capítulo, pero ¿qué le llevó a una teoría de esta clase, o a la noción de un ciclo autosustentador sin haber visto ciclos sobre el terreno?

Las fuentes del mundo-máquina de Hutton son complejas, pero una influencia destaca en sus escritos. La luz del triunfo de Newton continuó brillando vivamente, la unión de otras disciplinas con la majestuosidad de su visión permanecen como el mejor sueño de la ciencia. Hutton anheló interpretar el tiempo de la forma que Newton reconstruyó el espacio. Si el compañerismo aparente de la compleja historia podía ser ordenado como un ciclo firme de sucesos estrictamente repetitivos, entonces la formación y destrucción de los continentes se convertiría como la ley universal de los movimientos de los planetas.

El mundo-máquina de Hutton es como el cosmos de Newton, interpretado como un orden repetitivo a través del tiempo. El descubrimiento de una fuerza restauradora, opina Hutton, fija la analogía y garantiza un tiempo sin límite para el planeta, bajo su actual funcionamiento siguiendo las leyes naturales: «cuando él encuentra que hay medios sabiamente provistos para la renovación de esta parte necesariamente en decadencia, así como para cada una de las otras, entonces contempla con placer esta manifestación de designio, y así relaciona el sistema lineal de la Tierra con eso de que los cuerpos celestiales son formados para moverse perpetuamente en sus órbitas» (1795, I, 276). Hutton también insinuó una analogía cósmica como garantía del tiempo profundo en la frase que precede a su famoso final: «ningún vestigio de un comienzo, ninguna previsión de un final». «Por haber visto en la historia natural de la Tierra una sucesión de mundos, podemos sacar en consecuencia que hay un sistema en la naturaleza, de igual forma que de ver la revolución de

los planetas se concluye que hay un sistema mediante el cual se consigue que continúen girando» (1788, 304). De igual manera, Playfair relacionó el tiempo profundo con el movimiento planetario:

El sistema geológico del doctor Hutton se asemeja en muchas formas al que parece presidir los movimientos celestes... En ambos, una previsión es hecha para durar como una extensión sin límite, y el lapso del tiempo no tiene efecto para extenuar o destruir una máquina, construida con tanta sabiduría. Donde los movimientos son todos tan perfectos, su comienzo y su final deben ser probablemente invisibles (1802, 440).

En resumen, he trazado el carácter *a priori* de la ciclitud y el tiempo profundo en el pensamiento de Hutton analizando su visión sobre la naturaleza de las causas finales y eficientes, afectando al planeta tierra. Para la causa final, resolvió la paradoja del suelo insistiendo en que la elevación debe restaurar la topografía erosionada, para permitir la vida y la agricultura. Para la causa eficiente, inventó un mundo-máquina que ordenaba toda la complejidad histórica como un ciclo de sucesos repetitivos tan regulares como la revolución de los planetas en el sistema de Newton. En ambos casos, el tiempo profundo es el ingrediente esencial de los ciclos sin delimitaciones, establecidos por una necesidad lógica anterior a la confirmación sobre el terreno. En otras palabras, puedo ahora resumir el capítulo entero en una frase: «el ciclo del tiempo forma el corazón de la visión de Hutton para una teoría sobre la visión racional de la Tierra. Hutton desarrolló su teoría, imponiendo a la Tierra la más rígida e incomprometida versión del tiempo cíclico nunca desarrollado por un geólogo.

Podemos apreciar la audacia de Hutton, y su éxito al romper las fronteras del tiempo mediante una estrategia que exaltaba una metáfora central y excluía otra. La teoría de la Tierra de Hutton es el triunfante tiempo cíclico. ¿Pero puede su total rechazo al tiempo lineal pasar sin una triste consecuencia?

La paradoja de Hutton: o por qué el descubrimiento del tiempo profundo negó la historia

Los términos del tiempo cíclico puro

Si los momentos no tienen distinción, entonces no tienen interés.

Propongo esta afirmación como una descripción a la paradoja de Hutton o la problemática situación que las versiones puras del tiempo cíclico imponen a la historia. Vimos en el capítulo 2 cómo Burnet insistió, tan agudamente, que cualquier lectura estricta del ciclo del tiempo le privaría de sujeto.

Deseo opinar que el acercamiento de Hutton implica tal actitud hacia la historia, y que por lo menos tuvo el sentido común y perspicacia de continuar sus explicaciones hasta un final lógico, y por lo tanto, negar a la misma Historia. Tal afirmación aparece, particularmente a la mayoría de los geólogos, como absurda. Después de todo, Hutton descubrió el tiempo profundo, ¿verdad? ¿Cómo pudo el arquitecto de una correcta matriz para la historia volverse contra su propia implicación y negarla? Aunque Hutton procedió de ese modo, hemos perdido la paradoja resultante, tanto porque conocemos a Hutton a través de una interpretación de Playfair (una versión menos rígida) como porque no hemos comprendido la importancia y la fuerza del tiempo cíclico en la explicación de Hutton.

La paradoja es tanto lógica como psicológica, como un simple mínimo, la historia demanda una secuencia de sucesos distinguibles (otros asuntos como direccionabilidad y porcentaje de transición son temas de debates interminables y fascinación pero no *sine quibus non*). Bajo la metáfora del tiempo cíclico en su forma pura, nada puede ser distinguido porque todo se recupera otra vez, y ningún suceso, por sí mismo, puede decirnos dónde estamos, por no anclarnos a ningún punto temporal distinguible, sino sólo a un particular nivel de un ciclo repetitivo.

El argumento psicológico es un simple asunto de interés: ¿por qué preocuparse por los aparentes detalles distintivos de cualquier suceso geológico si no posee individualidad, sino que representa un suceso de una clase potencialmente sin final? Nosotros podemos discutir con gusto las idiosincrasias del gato Bill *, pero ¿quién habla alguna vez sobre Joe y el tetraedro de silicio?

* Serie de dibujos animados. [N. del T.]

La evidencia más clara de la adherencia de Hutton a la rígida versión del tiempo cíclico reside en sus explícitas negaciones de la Historia y su rechazo hacia todas las metáforas que impliquen secuencia o dirección. Hutton nos dice que los ciclos de la Tierra no se dirigen hacia ninguna parte. No admite la resolución de Burnet sobre los ciclos avanzando mientras giran, a semejanza de un gran disco avanzando mientras gira sobre la vía ferrea. El último ciclo no era diferente del actual curso de la naturaleza: «Un planeta, tanto perfecto en el presente, como productivo en plantas y animales» (1788, 297). El cambio es un continuo ir y venir, nunca una alteración permanente hacia una dirección: «En todas las épocas hay un globo terráqueo, al servicio de las plantas y animales, asimismo hay bajo la superficie de la tierra, suelo seco y agua subterránea, aunque la forma y situación de estos elementos fluctúan, y no son permanentes a las leyes de la naturaleza» (1795, I, 378-379)³.

Mucho más reveladoras son las afirmaciones metodológicas de Hutton sobre el papel de esos datos, quintaesencia de la historia, es decir, secuencia de sucesos en el tiempo. El no los ve, de cualquier forma, como componentes de una narrativa, e interesantes por sí mismos, sino como simples datos para utilizar en el establecimiento de teorías generales sobre los sistemas infinitos; otra vez, realizando su analogía favorita sobre Newton, escribe Hutton:

Para comprender el sistema celeste es necesario enlazar períodos de tiempo medidos junto con los lugares distinguidos de los cuerpos en rotación. Así es como ese sistema puede ser observado, tan sabiamente, como la adecuada adaptación de los poderes a la intención. De igual manera, no podemos comprender el sistema del globo sin ver ese progreso que ocasiona el tiempo (1788, 290).

Vimos en el capítulo 2 cómo Burnet expresó su intrincada mezcolanza entre lineal y cíclico, con una adecuada fusión de metáforas apropiadas para ambos. Por el contrario las metáforas de Hutton están fijadas en su exclusividad. Invocan todas las muestras clásicas de equilibrio y repetición en nuestra cultura, sin símbolos de direccionalidad o progreso. Hemos ya analizado su comparación prima-

³ Recaltar el cambio de palabras de Hutton: Así, «fluctuar» con su implicación de momento de ida y venida alrededor de un porcentaje constante, en lugar de «cambio» con su implicidad potencial como elemento de direccionabilidad.

ria: una tierra cíclica, como los planetas giran en el cosmos de Newton. El mundo sin historia de Hutton es un equilibrio dinámico de fuerzas enfrentadas, no una estabilidad pasiva, y sus metáforas registran el estado firmemente dinámico de su sistema cíclico. Así, los planetas permanecen en sus órbitas porque una fuerza lineal que los propulsaría quizá más lejos, equilibra una fuerza gravitatoria que los empujaría hacia el sol (1788, 212), como la estabilidad del tiempo cíclico equilibra la destrucción y renovación. Los movimientos planetarios también estabilizan un conjunto de ciclos más cortos, componiendo abundante material para las metáforas: días, estaciones y todas las repeticiones descritas por Hutton bajo una rúbrica general de la «economía» fundamental del planeta Tierra, o equilibrio: «con tal sabiduría la naturaleza ha ordenado las cosas en la economía de este mundo que la destrucción que un continente no es producida sin el propósito de la Tierra para la producción de otro» (1788, 294).

Lo más revelador son los usos del cuerpo humano en las metáforas de Hutton, para nuestras vidas, poco semejantes a planetas girando, ofrece abundante material para metáforas tanto lineales como cíclicas. Hutton aún evita los asuntos de obvia direccionalidad: crecimiento, aprendizaje, desarrollándose dinámicamente por una parte, decadencia, envejecimiento y muerte por la otra, siendo rápidamente aprovechado por Burnet y otros exponentes del tiempo lineal. En su lugar invocó sólo aquellos aspectos de la vida que mantenían nuestros cuerpos o nuestra población, generación tras generación, en un firme estado. La circulación de nuestra sangre asemeja el ciclo biológico que erosionaba los continentes (la exposición doctoral de Hutton como estudiante de medicina en Leiden trató sobre la circulación de la sangre): «toda la superficie de este planeta está formada conforme a un sistema regular de elevaciones y depresiones, colinas y valles, afluentes y ríos, y esos ríos devuelven las aguas de la atmósfera a la masa general, de igual forma que la sangre, volviendo al corazón, es conducida a través de las venas» (1795, II, 533). Pero la renovación de la topografía erosionada de la Tierra vuelve a requerir el proceso de nacimiento, alimentación y calentamiento que restaura el cuerpo de un animal: «así, somos inducidos a ver la circulación como materia de este mundo, a semejanza de un sistema de grandiosa economía en las obras de la naturaleza. Este planeta, como el cuerpo de un animal, es desgastado al mismo tiempo que es reparado. Tiene una etapa de crecimiento y aumento y otra de disminución y decadencia» (1795, II, 562).

Finalmente estos ciclos de erosión y renovación continúan uno tras otro, como los nacimientos humanos equilibran las muertes para mantener una estabilidad de la población a través de los tiempos. Considerar como un resumen de las metáforas de Hutton, esta mezcla de sus dos fuentes favoritas, los planetas y los cuerpos humanos:

Por qué rehusar a ver, en esta formación de cosas, esa sabiduría del designio, esa maravillosa previsión, que es tan evidente allí donde miremos en el espacio sin fronteras, donde cuerpos luminosos sin número ni lugar son situados, y donde con toda probabilidad hay todavía cuerpos más numerosos e iluminados para algún gran fin; o si volvemos nuestra previsión hacia nosotros mismos, y vemos el exquisito mecanismo y poderes activos de las cosas, creciendo desde un estado de aparente inexistencia, derrumbándose de su estado de perfección natural, y renovando su existencia en una sucesión de seres similares en los cuales no vemos final (1795, II, 468-469).

La perfección y la negación de la historia

He seguido las afirmaciones directas y metafóricas de Hutton, rechazando cualquier interés hacia la historia: ahora documentaré brevemente su tratamiento peculiar de los datos primarios de la historia en la geología (fósiles y estratos).

¿Pero qué, bajo el mecanismo cíclico obvio de su mundo-máquina, hizo a Hutton desinteresarse tan claramente por el estilo de la exposición?

Muchas grandes discusiones en la historia del conocimiento humano tienen una especie de implacable, intrínseca lógica que las confiere universales, trascendiendo tiempo y elementos. En tales casos podemos, con el debido respeto a la diferencia de edad y cultura, hacer comparaciones que iluminen la generalidad de un argumento mediante su mejor congruencia a través de tales circunstancias diferentes. La razón primordial de Hutton para negar a la historia se enuncia en una discusión de su límite.

Una lucha más bien intelectual ha permanecido en la biología de la evolución desde que Darwin desarrollara la teoría de la selección natural, una tensión entre el diseño óptimo y la historia. Algunos darwinistas estrictos han situado la belleza de la selección natural en su habilidad en producir óptimas formas para las adaptaciones, y se entusiasman con la perfección aerodinámica del ala de un pájaro o el perfecto camuflaje de una mariposa inmóvil sobre una hoja. Otros

han distinguido tal panseleccionismo como una sutil perversión del mismo sujeto. La evolución es la convicción de que los organismos desarrollaron sus formas actuales mediante una dilatada historia de continuas transformaciones, y ese lazo de la genealogía aglutina todas las cosas vivas dentro de un vínculo. El panseleccionismo es una negación de la historia, por la perfección se cubren las huellas del tiempo. Un ala perfecta puede haber evolucionado a su estado actual, pero puede haber sido creada en la forma como la encontramos. Simplemente, no podemos afirmar si es perfecta o es únicamente nuestra evidencia. Como comprendió el mismo Darwin, las pruebas primarias de la evolución son extrañezas e imperfecciones que deben registrar los senderos de la decadencia histórica —el pulgar del oso panda y el buche del flamenco (Gould, 1983, 1985) de los títulos de mi libro (elegidos para ilustrar este principio primordial de la historia).

Este principio de imperfección es un argumento general de la Historia, no una herramienta de los biólogos evolucionistas. Todos los científicos históricos la utilizan, como Burnet hizo al enlazar su tierra arruinada con la destrucción del templo de Salomón como evidencia comparable para una historia con estructuras no adecuadas. De la misma manera que los lingüistas hacen al detectar la antigüedad cuando el uso actual no concuerda con la etimología (considerar la base bucólica de «broadcasting»*, grano de siembra, o «egregio», objeto fuera del rebaño, *ex grege*).

Volviendo atrás, entonces la perfección se convierte en un argumento contra la historia: una negación por lo menos de su importancia y a veces de su mejor existencia. Los antecedentes históricos de cualquier afirmación adecuada se transforman irrelevantes tanto porque el sistema permanece en la perfección, sin equilibrio perenne, o porque en las versiones más fuertes, las diferentes etapas no han existido nunca, y la sabiduría las hizo perfectas desde el principio.

En este sentido, la discusión más famosa de Hutton contra la Historia fluye necesariamente desde su apasionada convicción de la perfección de su mundo-máquina, ningún otro tema está tan presente en sus obras como la insistente comparación de un tiempo terrenal con una máquina celestial. ¿Cómo puede un relato histórico de cambio ser relevante para una máquina de perfecto funcionamiento, completando su propósito descrito desde su nacimiento?

En el idioma inglés actual, emitir, transmitir. [*N. del T.*]

Los componentes básicos del relato son para Hutton las mejores definiciones de imperfección: el acotamiento del tiempo mediante peculiares y aleatorios sucesos a gran escala; y particularmente, una falta de definida ciclitud como cualquier otra clase de cambio direccional: así, si las cosas mejoran en el tiempo, entonces el mundo-máquina no se hizo perfecto, y si se deterioran, entonces la Tierra no es ahora perfecta. Comparándose él mismo con Burnet y otros exponentes de la geología histórica de la decadencia desde una perfección original, Hutton defiende adecuadamente la más grande virtud de su mundo-máquina: «al descubrir la naturaleza y constitución de esta Tierra... no hay ocasión para haber llegado a una suposición sobrenatural del mal o un accidente destructivo en la naturaleza, o a quedarse con cualquier causa antinatural para explicar lo que surge en la actualidad» (1788, 285).

Sería irracional, opina Hutton, defender la constancia óptima del equilibrio ecológico entre las plantas y animales (un hecho probado a la vista de Hutton) y después opinar que su substrato terrenal está desmoronándose hasta la destrucción: «estar de acuerdo con la perfección de esos sistemas de plantas y animales perpetuando sus especies, y suponer que el sistema de este planeta sobre el que deben depender, es imperfecto, con tiempo para sucumbir, sería para la razón absurdo o infundado» (1795, I, 285).

En un impactante ejemplo de sus diferencias, Hutton se hace eco de las palabras de Burnet (ver pág. 42) al afirmar que la gente tiene un profundo e inquebrantable deseo de comprender la secuencia de los hechos en el tiempo: «el hombre no está satisfecho, como la bestia, por ver las cosas como son, busca conocer de qué están hechas y qué van a ser» (1788, 286). Podríamos casi imaginar que Hutton está arrancando lentamente una defensa de la Historia, pero donde Burnet utiliza su preámbulo para glorificar la fascinación intrínseca del relato, Hutton toma la dirección opuesta, dictada por su alineación al tiempo cíclico: «queremos comprender qué ocurrió en el tiempo si sólo así podemos entender la ciclitud, el sistema de cambio sin fin, y por lo tanto, captar la perfección en las obras de la naturaleza». Continuación directa de la última cita: «es de agradecer que él observe orden y regularidad en las obras de la naturaleza en lugar de estar contrariado con el desorden y la confusión; y estar feliz a través de la apariencia de la sabiduría y benevolencia en la creación, en lugar de sospechar del autor de la naturaleza en cualquiera de las imperfecciones que él encontró por sí mismo».

Rechazar a la historia con sus propias y mejores evidencias

Las evidencias clásicas de la geología clásica son los fósiles y los estratos; obviamente no podemos acusar a Hutton de desatención a los principios que fueron formulados después de su muerte. En particular, los contemporáneos de Hutton no habían resuelto el tema de la extinción y las secuencias de fósiles. Lamarck y otros todavía opinaban que las especies no podían morir, y la prueba de la extinción de Cuvier, con la garantía de que la historia podía ser calibrada por las distintas extensiones de vida de los grupos fósiles, continuó a la muerte de Hutton más de una década. Pero los principios básicos estratificados de superposición y correlación habían sido desarrollados. Mapas y secciones, aunque rudimentarios, fueron publicados —aunque no por Hutton—. Un rudimentario sistema de nomenclatura estrática había sido desarrollada para clasificar los sucesos en el tiempo: los «primarios» eran el corazón de las montañas, los «secundarios» los estratos depositados sobre ellos, y los más jóvenes, vagamente consolidados, depósitos «terciarios» (el último nombre aún perdura, con letras mayúsculas como un período de la Era Cenozoica).

Hutton utilizó los datos de los fósiles y estratos como apoyos empíricos primarios para su sistema, pero nunca los invocó como signos de la historia. Como no podemos atribuir este fracaso enteramente a la ignorancia de principios desconocidos en su día, el limitado uso de esos datos por Hutton no refleja su resuelta perspectiva anti-historia.

Hutton sobre los fósiles

Aunque los registros paleontológicos proporcionan información crucial sobre la validez de varias partes del mundo-máquina, no encontramos en los escritos de Hutton un sólo fragmento de una sugerencia sobre si esos fósiles podrían registrar un vector de cambio histórico, o quizá distinción de momentos temporales. Para Hutton, los fósiles son propiedades inherentes del tiempo cíclico.

El incrustamiento de los fósiles marinos en los estratos continentales ilustra dos partes esenciales del mundo-máquina: primera, su incorporación a los estratos pétreos prueba que pilas de sedimentos pueden ser consolidados en la roca mediante presión y calor; segun-

do, su actual estatus como partes de continentes elevados demuestra que los sedimentos consolidados son entonces elevados por las fuerzas restauradoras. «En todas las regiones del globo son encontradas inmensas masas, la mayor parte de las cuales en sólido estado, que parecen haber sido formadas por la reunión de restos calcáreos de animales marinos» (1785, 219).

¿Pero cómo podemos saber que esos sedimentos marinos se formaron a partir de los materiales erosionados de los continentes en un ciclo anterior? Aquí, Hutton hace referencia a bosques petrificados y otras plantas fósiles (1788, 290-292) como prueba directa de continentes desvanecidos; en otras palabras, ambos ejemplos utilizan fósiles sólo como signos ecológicos, al juzgar las fuentes y lugares para la deposición de los sedimentos, no como evidencia histórica para cambios distinguidos en el tiempo. Hutton niega que cualquier cambio haya acompañado el paso de la vida a través del tiempo cíclico:

Para ser convencido por esa verdad, tenemos que, sin embargo, examinar los estratos de nuestro planeta, en donde encontraremos los restos de animales. En este examen no sólo descubriremos el género de los animales que actualmente existen en el lugar, sino que probablemente también cada especie, y quizá algunas especies que no reconozcamos actualmente. Sin lugar a dudas, hay diferencia en esas especies comparadas con los animales en la actualidad que examinemos, pero no más variedad que la que quizá pueda ser encontrada entre las mismas especies en los diferentes puntos del globo (1788, 290).

La última frase de su cita es particularmente relevante. Hutton opina que si encontramos en las especies fósiles variedades desconocidas entre las formas vivas, estas variedades no son marcadamente antiguas, sino simplemente están por descubrir entre las criaturas vivas. Esta elección entre hipótesis competitivas, realizadas por preferencia, sin evidencias, muestra que las alternativas a la creencia de Hutton sobre la constancia fueron debatidas en su tiempo —y así su negación a la historia es una preferencia activa, no una simple cita del consenso contemporáneo.

En el primer párrafo, donde Hutton se atreve a negar las diferencias distintivas del tiempo, se las arregla para saltar el asunto completamente, usando otro aspecto del relato que apoya el tiempo cíclico. Hutton no opina que la vida humana ha prevalecido en el

tiempo, sino que admite que la tradición escrita es de origen reciente. Simplemente toma en conclusión nuestra tardía apariencia en una frase, entonces trasladándose inmediatamente a ensalzar otros fósiles como indicadores del tiempo profundo:

El mosaico histórico sitúa este comienzo del hombre a una distancia no lejana; y no ha sido encontrado, en la historia natural, ningún documento mediante el cual una gran antigüedad podía ser atribuida a la raza humana. Pero éste no es el caso que se refiere a las especies inferiores de animales, particularmente aquellas que habitan los océanos y sus orillas. Encontramos en la historia natural manuscritos, los cuales prueban que esos animales llevan existiendo largo tiempo (1788, 217).

Hutton sobre los estratos

Leer el capítulo de Hutton sobre las inconformidades (1795, I, Ch, 6) debe ser una experiencia desalentadora para cualquier geólogo, aunque pocos han navegado en los originales. Hutton hace todo lo que un buen geólogo de campo haría: realiza mapas, traza capas, estudia secuencias en las superposiciones. El habla de estratos primarios y secundarios como viejos y jóvenes, usando su diferencia temporal (y su separación mediante inconformidades) como evidencias del proceso. Presenta sus descripciones como secuencias históricas. Escribiendo, por ejemplo, acerca de unidades inferiores y superiores separadas por una inconformidad: «aquí aprenderemos más, los estratos endurecidos y elevados, después de ser partidos y degradados por las aguas (durante la formación de las inconformidades), han sido otra vez absorbidos bajo el mar, y han servido como fondo o base sobre el cual formar una nueva estructura de estratos» (1795, I, 449).

Las interpretaciones de Hutton son aún decididamente peculiares cuando juzga las dilatadas tradiciones del estudio de campo desde su época a la nuestra. Estos datos históricos no son nunca citados como texto. A través de los cientos de páginas del tratado de Hutton, no encontramos ninguna sola frase que trate las diferentes épocas y las propiedades de los estratos interesantes en sí mismos, como señalizadores distintivos de tiempos particulares. Ni siquiera la afirmación más simple de que en alguna época en particular, algún ambiente definido dirigiera la deposición de esta clase de rocas en ese

lugar específico. En lugar de ese reconocimiento, el ordenamiento temporal de los estratos afirma una teoría general del tiempo cíclico y del mundo-máquina: «al admitir una fase primaria y secundaria en la formación de nuestra Tierra, la teoría actual será confirmada en todas sus partes. Así, mediante esas vicisitudes en las cuales lo viejo es desgastado y destruido, la nueva Tierra se forma para suplantarse su lugar y puede explicar ese orden que se percibe en todas las obras de la naturaleza» (1795, I, 471-472).

El tratado más reciente de 1788 es quizá más explícito al rechazar la narrativa. Hutton afirma que nuestro gran interés sobre «lo más viejo» es socavado por el tiempo cíclico, así reconocemos que el fondo de una pila estratificada es sedimento proveniente de continentes más viejos, y así sucesivamente hasta un comienzo sin vestigios:

Ahora vamos a tomar una visión muy general de la naturaleza, sin descender a esas particularidades que a menudo ocupan las especulaciones de los naturalistas, sobre el estado actual de las cosas. No vamos, por el momento, a entrar en ninguna discusión concerniente a lo que son las montañas primarias y secundarias de la Tierra; no vamos a considerar lo que es lo primero y lo que es lo último, en esas cosas que ahora son apreciadas (1788, 288).

Hutton y los métodos de la historia

Uno no puede criticar a una persona por ignorar que no había una razón para tener en cuenta. Si Hutton hubiera sido un físico que nunca hubiera trabajado con los datos de la historia, mis comentarios estarían fuera de lugar. Pero Hutton no sólo utilizó tales datos; también mostró un profundo conocimiento de los métodos de conclusiones históricas.

Al estudiar a Darwin, he intentado mostrar (Gould, 1982, 1986a) que el desarrollo de una metodología general para la deducción histórica forma el tema coordinado de todos sus libros. He ordenado sus métodos como una secuencia de diferentes estrategias en un aspecto de información decreciente. Cuando leía a Hutton, y me convertía más impresionado por su entendimiento de la metodología histórica, encontré que utilizó todos los métodos de Darwin. La mejor ilustración del activo planteamiento antihistórico de Hutton yace, en su maestra entendimiento de cómo la historia puede ser

deducida, continuado, mediante el explícito rechazo del mismo tema y con el ordenamiento de sus datos para establecer una teoría general que convierta desinteresante a la historia.

Considerar dos ejemplos. En los mejores casos, conocemos el proceso que produce los sucesos pasados y podemos observar su funcionamiento hoy en día. Extrapolamos los índices actuales a través del tiempo para ver si el funcionamiento continuado puede ceder a la total extensión de los fenómenos pasados. Esto es informaritarismo en su forma pura. La principal causa de error de este método reside en una percepción popular en la cual «un cambio tan lento no es cambio»; pero el tiempo profundo proporciona una matriz que convierte lo imperceptible en lo extremadamente eficaz. Hutton utilizó este argumento para mantener que la lenta erosión de las corrientes y olas desmoronaría los continentes (como Darwin argumentó acerca de que la selección natural de pequeños cambios extrapola la principal tendencia de la evolución, así, los gusanos trabajando lenta e imperceptiblemente bajo nuestros pies, darían forma con el tiempo a la topografía de Inglaterra):

El propósito que tengo a la vista es mostrar, primero, que las actuaciones naturales de la Tierra, continuado en un espacio de tiempo suficiente, se adecuarían a los efectos que observamos, y segundo, que es necesario, en el sistema mundial, que esas extensas operaciones de la tierra sean extremadamente lentas. En ese caso, aquellas opiniones diferentes se reconciliarían en una, la cual explicaría al mismo tiempo la aparente permanencia de esta superficie sobre la cual habitamos y los grandes cambios que parecen haber sido ya hechos (1795, II, 467-468).

Pero a menudo no tenemos evidencias directas con pasado actual; procesos observables. En tales casos, debemos reunir una multiplicidad de resultados pasados e intentar ordenarlos en etapas razonables del transcurso de un solo proceso histórico. (Como hizo Darwin al opinar que las franjas de coral, arrecifes y atolones representan las tres etapas en las que residen las plataformas insulares.) Hutton utiliza este método para interpolar las secuencias de la deposición y distorsión de los estratos mediante la elevación y cruzamiento:

Todos estos estratos de materiales variados, aunque originalmente uniformes en su estructura y apariencia como una reunión de materiales estratificados,

han adquirido apariencias que son a menudo difíciles de ajustar con las de sus originales, y puede sólo ser comprendido, mediante una examinación de las series de esos materiales, o mediante esa gradación que a veces se percibe en su estado, desde un extremo al otro, o desde su estado natural al más transformado (1795, II, 51).

Una expresión de Hutton sobre la historia: una pequeña ironía

Si la historia es descrita trasladándose hacia algún lugar a través de estados aislados, entonces no podríamos encontrar historia en el mundo-máquina de Hutton. Únicamente una vez en todo el tratado conseguimos un cierto aire de cambio hacia el progreso direccional. Este concepto no aparece en ningún lugar de su ciencia (ni siquiera de sus propias palabras), sino sólo en la barroca y obligada racha de elogios al monarca que sirvió como cabeza visible y sponsor de la Real Sociedad de Edimburgo: Jorge III (el cual, por ironías de la historia, fue el azote de Norteamérica, siendo descrito muy negativamente por Jefferson en la declaración de Independencia), así «Un monarca que ha distinguido a su reino por la utilidad de sus instituciones para mejorar las artes plásticas, así como el esplendor y éxito por su compromiso para extender el conocimiento de la naturaleza» (de la introducción de Buccleugh al volumen 1 de las *Transacciones*, donde apareció el tratado de 1788 de Hutton).

El dilema de Borges y las motivaciones de Hutton

Me referí al dilema de Borges como la incompresibilidad que valida la eternidad impuesta a nuestro conocimiento (ver pág. 66). Hutton tuvo que resolver este acertijo lógico, aunque creía firmemente que la ciencia de Newton requería una visión pura del tiempo cíclico para los mecanismos de los procesos terrestres y que ningún suceso podía, por lo tanto, ganar distinción en la historia. Hutton evitó el dilema de Borges con un argumento brillante que desdoblaba tan penetrante metodología sobre lo que la ciencia podía o no hacer. Sostuvo que el tiempo cíclico gobierna la Tierra sólo mientras opere bajo el régimen de las leyes naturales ahora en uso. Estas leyes prescriben el ciclo del mundo-máquina y por lo tanto proporciona señales acerca de comienzos y finales. La lógica requiere tanto co-

mienzos como finales, pero determinar los orígenes yace fuera del dominio de la ciencia. Alguna fuerza suprema estableció el régimen actual de las leyes naturales en un tiempo desconocido en la lejana antigüedad y terminará este predominio en un momento no determinado en el futuro, pero la ciencia no puede tratar con tales premisas esenciales. Así, Hutton eligió sus palabras más famosas con consumado cuidado, aunque a menudo se le ha malinterpretado como un exponente del tiempo infinito. Vemos «no vestigio de un comienzo», pero la tierra no tiene un principio ahora desvanecido, de evidencia geológica, mediante la ciclitud de sus productos a través de muchos mundos consecutivos. Distinguimos «no previsión de un final» porque el actual régimen de las leyes naturales no puede deshacer nuestro planeta, pero la Tierra terminará o cambiará a un estatus diferente donde fuerzas más poderosas decidirán abolir el régimen actual. Con un solo golpe, Hutton tanto ganó el beneficio como evitó el dilema del tiempo cíclico en su forma más pura. Adquirió la virtud (como él lo vio) de un sistema perfecto y repetitivo sin las peculiaridades de la historia de un conjunto de causas intemporales; y él resolvió el dilema, al relegar los comienzos y los finales, los límites que requiere la comprensión, para dar forma a la ciencia externa. Como Playfair resumió: «aunque él llegó a una nueva y sublime conclusión, la cual representa a la naturaleza de tal forma, que ha sido provista para una sucesión constante del suelo, de acuerdo a un plan que no tiene fin sino calculado para sufrir estos propósitos benévolos por los cuales todo está destinado para continuar existiendo» (1805, 56-57).

Playfair: Boswell con una diferencia

Esta larga explicación del tiempo cíclico y su significado para Hutton ha dejado una cuestión esencial sin responder. Si estoy en lo cierto, y el Hutton de nuestros libros es el Hutton de la historia que giraba en su cabeza, ¿por qué lo hemos interpretado tan erróneamente y con tanta insistencia en el error?, ¿cómo pudimos haber tomado a un hombre tan brillante, conducido por una visión tan férrea del tiempo cíclico, impuesto a la Tierra para resolver un problema de causa final, y reconstruirlo únicamente como un empírico moderno, un geólogo de campo dedicado sólo a las causas eficientes? Geikie pudo haber perpetrado este mito, ¿pero cómo se libró de él?,

la gente no es tonta. ¿Posiblemente podían haber leído a Hutton, aunque cegados por la expectación, haber encontrado la versión de Geikie en su lugar?

La respuesta debe permanecer en amplia medida con la legendaria versión de un Hutton ilegible ⁴. Mediante la larga tradición y por simple inviabilidad, los geólogos no leyeron al Hutton en su esencia. La Inglaterra del siglo XIX estaba bendecida con un numeroso grupo de buenos científicos, los cuales eran a su vez excelentes escritores, Charles Lyell y T. H. Huxley particularmente. Pero el mejor escritor de todos puede haber sido John Playfair, profesor de matemáticas en Edimburgo, geólogo amateur e íntimo amigo de Hutton. Después de la muerte de Hutton, Playfair decidió rescatar las ideas de su amigo de la pobre presentación mediante la publicación de un volumen más corto, describiendo la teoría huttoniana en una forma más clara. Conocemos a Hutton casi exclusivamente a través de la maravillosa y certera exposición de Playfair, *Ilustraciones de la teoría de la Tierra huttoniana* (1802).

La tradición también afirma que Playfair simplemente trasladó las ideas de Hutton sin alterarlas; así, en las *Ilustraciones*, realmente leemos al auténtico Hutton engalanado. En un sentido, no niego esta afirmación. La esencia del sistema de Hutton recibe una precisa y sensible descripción en los escritos de Playfair. El tiempo cíclico, particularmente, aparece sin adornar, con las analogías de Newton apropiadas y precisas comparaciones. Aprecio particularmente el contraste de Playfair sobre el planeta histórico de Buffon, abocado a la destrucción por la pérdida de calor, junto con los ciclos intemporales de Hutton, recalcar la cita de Playfair respecto al tiempo cíclico con la misma racionalidad:

Buffon representa el enfriamiento de nuestro planeta, y su pérdida de calor, como un proceso de avance continuo, que no tiene límite, tanto para la final extinción de la vida y el movimiento sobre toda la superficie, como a través

⁴ Nunca he encontrado a Hutton tan oscuro o intrincado como la tradición dicta. No defenderé los cientos de páginas inconexas de la teoría de 1795, con sus interminables citas en francés (una abarca 45 páginas), pero encuentro la versión de 1788 razonablemente adecuada y concisa, con algunas líneas de brillante literatura, todavía la historia habla por sí misma. Lyell admitió que nunca pudo leerlo totalmente, incluso Kirwan, crítico acérrimo de Hutton (se opuso a él en todos sus libros), nunca leyó todos los volúmenes, así muchas páginas de su copia personal permanecen todavía sin abrir (ver Davies, 1969).

de todo el interior de la misma. La muerte de la misma naturaleza es el lejano pero sombrío objeto que finaliza nuestra visión, y nos recuerda la salvaje mitología escandinava, de acuerdo con la cual el anihilismo alargará su imperio hasta los dioses. Esta triste visión no filosófica desmerece del genio de Buffon, y está maravillosamente mal adaptada a la elegancia y amplitud de su entendimiento. Forma un total contraste a la teoría de Hutton, donde nada va a ser visto tras la continuación del orden actual; donde ninguna semilla latente del mal amenaza la destrucción final en su totalidad, y donde los movimientos son tan perfectos que nunca pueden terminar por sí mismos. Esta es seguramente una visión del mundo más adecuada a la dignidad de la naturaleza y a la sabiduría de su creador (485-486).

Aún, en otro sentido, encuentro un universo de diferencias entre Hutton y Playfair, una distinción que ha sido errada porque Hutton no ha sido entendido como un teórico del tiempo cíclico que negó la historia. Estas son las partes de la obra de Hutton que parecen más arcaicas e inaceptables a la luz de las posteriores tradiciones geológicas.

Y estos son los aspectos del pensamiento de Hutton que Playfair tanto autoimpulsó como presentó de forma cambiada. Playfair «modernizó» sutilmente a su amigo y ayudó a sentar las bases de la leyenda de Hutton, suavizando su hostilidad hacia la cronología histórica.

En un cambio importante, Playfair extirpó ampliamente el compromiso de Hutton a la causa final. El no negó la obsesión de su amigo hacia un estilo de ciencia ya volviéndose caduca. Playfair incluso estuvo de acuerdo con la primacía de la causa final en el sistema de Hutton: «él hubiera sido menos adulado si se hubiera hablado de la ingenuidad u originalidad de su teoría sobre la adición que hizo a nuestro conocimiento sobre las causas finales» (1802, 122). Pero donde la causa final y el propósito son temas implacables en cada página de su discusión teórica, Playfair apenas menciona el sujeto. Sólo puedo encontrar dos párrafos que discuten la causa final explícitamente (121-122 y 129), mientras cientos de páginas de Playfair mencionan los mecanismos de los ciclos de Hutton en un mundo de causa eficiente.

Pero el cambio más acertado de Playfair es una alteración de sentido no de énfasis. Al discutir la evidencia de campo, Playfair continúa la tradición primaria de la geología desde su nacimiento, y no retrata la idiosincrasia primaria de Hutton, su negación a la his-

toria⁵. Playfair cubre el mismo terreno que Hutton, pero sus discursos sobre inconformidades (por ejemplo) expresan el interés tradicional de los geólogos en la misma historia, en vista de que Hutton utilizó los sucesos históricos sólo para establecer su cíclico mundo-máquina, nunca para registrar la más ligera preocupación por sucesos aislados en el tiempo.

Playfair argumentó la inconformidad de Hutton (ver figura 3.1) como una secuencia de ocurrencias distintivas en el tiempo. Opina que la ilustración muestra la evidencia de tres mundos en sucesión y los distingue desde el más viejo al más joven. Advierte que los fondo de los estratos contienen arena y grava de la disolución de un mundo aún más viejo: «la época más antigua, de la cual cualquier recuerdo existe en los registros del reino fósil» (123). Playfair optó claramente por lo antiguo como motivo principal, y admite con placer que los continentes que se desgastaron para producir los estratos verticales bajo la inconformidad representan un mundo «tercero en sucesión» (123) de vuelta a nuestro actual planeta.

Continuando la secuencia histórica, Playfair argumenta los estratos verticales y se maravilla con las vicisitudes de la historia. Estas rocas fueron desmenuzadas y elevadas, hundidas para recibir sedimentos encima de la inconformidad, luego elevadas sobre los continentes una segunda vez: «así ellas visitaron dos veces las regiones superiores e inferiores» (123). Ellas también representan el segundo mundo de esta secuencia histórica. Playfair entonces se traslada a los estratos horizontales dentro de la inconformidad, al mundo tercero, y trae su discurso al último suceso de la erosión «el moldeamiento de todas las desigualdades de la actual superficie» (124). Aunque Hutton evitó registrar sucesos secuenciales, Playfair ordena todas estas etapas históricamente concluyendo: «estos fenómenos, por lo tanto, son todos muy diferenciadores del transcurso del tiempo, sobre los cuales los principios de la geología nos posibilita para distinguir un cierto orden, así, podemos conocer algunos de ellos por estar más o menos distantes» (124-125).

⁵ Esta distinción me parece de vital importancia; todavía pienso que todos los críticos la han pasado por alto. Esta diferencia no ha sido percibida, creo, porque las descripciones de Playfair en el modo histórico parecen tan obvias y «naturales» que no han sido consideradas extrañas o merecedoras de atención como potencialmente distintas de las de Hutton, y todo porque la perspectiva antihistórica de Hutton no ha sido adecuadamente documentada.

Las descripciones históricas de Playfair parecen simples, inocentes, obvias. ¿Cómo pudieron ellas señalar un comienzo importante? Aún podemos leer cientos de páginas de la teoría de Hutton y no encontrar una sola frase escrita de esa forma. En resumen, Playfair ganó gran aceptación para Hutton al trasladar sus evidencias de campo a un estilo histórico tradicional que el mismo Hutton había sido reiterativamente esquivo. Aún el Boswell de Hutton pudo no continuar los rigurosos gustos antihistóricos de su amigo, una predilección tan contraria a nuestro interés común por el ordenamiento distintivo de las cosas en el tiempo.

Un mundo en conclusión y expectativa

Hutton «descubrió» el tiempo profundo al imponer su rígida visión del tiempo cíclico sobre un mundo complejo. Lo hizo en parte para resolver una paradoja en la causa final, un tema que ya no forma más parte de la ciencia. Pero su otra motivación se hace eco de un tema de destacada relevancia hoy en día. Hutton no adquirió el poder, merecimiento y distinción de la historia. El siguió un modelo de ciencia que ensalzaba los modelos simples, sujetos, para experimentar y predecir, sobre la narrativa y su irreducible unicidad. Hecho esto, siguió una tradición de ordenar las ciencias mediante estatus, desde las más duras y «experimentales» (física y química) hasta las más suaves y descriptivas (historia natural y sistemática). La geología permanece en medio de esta falsa continuidad, y a veces ha intentado ganar prestigio imitando los procedimientos de las ciencias con estatus más altos, e ignorando sus propios datos distintivos de la historia. Este problema, nacido de la baja autoestima, continúa hasta nuestros días. Hutton persiguió una visión química del rigor mediante el respeto hacia Newton, y confió asemejar el tiempo con los modelos del espacio de Newton. Hoy este respeto puede ser expresado en un fetiche hacia la cuantificación que lleva a los psicólogos a concebir la inteligencia como un simple objeto medible de la mente o a los biólogos a clasificar los organismos por ordenador, sin juzgar los diferentes valores históricos de sus caracteres (la bolsa marsupial es tanto o más informativa que la estatura).

Charles Lyell reconoció el enlace entre Hutton y Newton, pero también advirtió una triste comparación: el triunfo de la cosmología

contra el limitado éxito del mundo-máquina de Hutton. El atribuyó esta clara diferencia a la relativa parquedad de la evidencia geológica, implicando que la diligencia para recolectar datos podría cerrar la brecha: «Hutton trabajó para dar fijos principios a la geología, como Newton hizo satisfactoriamente con la astronomía; pero en la anterior ciencia se hizo poco progreso para incorporar los datos necesarios para posibilitar a cualquier filósofo, cualquiera que fuera su genialidad, a realizar tan noble proyecto» (1830, I, 61). Yo dedico este libro a una visión diferente de esta discrepancia: el tiempo cíclico no puede, en principio, guiar una historia compleja que muestra signos irreductibles de tiempo lineal. La rigidez de Hutton es tanto un regalo como una trampa, nos da tiempo profundo, pero perdemos la historia en el proceso. Cualquier versión adecuada de la Tierra requiere ambos.

Capítulo 4 S.A.C.

CHARLES LYELL, HISTORIADOR DEL TIEMPO CICLICO

El caso del profesor *Ictiosauro*

Pocos científicos son tan divertidos y pintorescos, hasta el punto de que sus anécdotas sobrevivan a sus ideas. Todavía los profesores de geología siguen contando historias sobre el reverendo William Buckland (1784-1856), quien terminó su carrera con el prestigioso cargo de decano en Westminster; empezando como el primer gran académico geólogo de Inglaterra, fue profesor en Oxford, donde tuvo como alumno a Charles Lyell, entre otros. Aún recuerdo la anécdota del día en que Buckland descubrió en el suelo de una catedral continental que la «sangre de los mártires» que nunca se coagula no es otra cosa que orina de murciélago, y lo hizo por el método directo, se arrodilló y lamió aquella mancha del suelo. Y, por supuesto, el día en que sirvió carne de cocodrilo para desayunar en el decanato, después de haber servido lengua de caballo la noche anterior. Buckland llegó a provocar verdadera aversión en el reconocidamente genial Charles Darwin, quien llegó a decir de Buckland: «Aunque es un hombre de buena naturaleza y muy buen humor, me resulta vulgar y casi grosero. Siempre se movía por un deseo de notoriedad, que muchas veces le hacía actuar como un bufón, más que por un amor a la ciencia».

Cuando a Buckland se le encargó escribir uno de esos tratados que intentaban salvar distancias sobre «cómo se manifiesta en la creación el poder, la sabiduría y la bondad de Dios», dedicó todo un capítulo al ictiosauro, como ilustración fundamental de la benevolencia divina. Presentó todos los argumentos convencionales para inferir la mano de Dios en la perfección anatómica de este reptil con extraña apariencia de pez —«estas desviaciones (de la forma normal de un reptil) están muy lejos de ser fortuitas, o simples defectos; son, sin embargo, claros ejemplos de una perfecta disposición y de una juiciosa elección... No podemos más que reconocer a través de ellas la obra del único y siempre eterno principio de sabiduría que preside, desde el principio hasta el final toda la fábrica de la Creación» (1836, 1841 ed., 145-146). Buckland no podía evitar su fascinación por las ilustraciones estrambóticas, con independencia de que su contenido sea pobre. Así dedica una amplia sección a corroborar el adecuado diseño de un intestino invisible de ictiosauro, un intestino que infiere Buckland a partir de unos coprolitos, o heces fósiles; y lo hace deleitándose en la prueba del inmenso cuidado y la atención al detalle con que Dios creó el mundo, como lo demuestran las «compensaciones y disposiciones beneficiosas, incluso en aquellas estructuras que aunque sean perecederas no dejan de ser importantes» (154).

Frank Buckland siguió los pasos de su padre en cuanto a obesidad, buen humor y zoofagia¹. Fue el principal divulgador de la Historia Natural en Inglaterra, el David Attenborough de la década de 1850. Entre los papeles de su padre Frank encontró una curiosa litografía (figura 4.1) de sir Henry de la Beche, inglés hasta la médula a pesar de la apariencia francesa de su nombre, y primer director de la Inspección Geológica Británica. Esta celebrada litografía (celebrada porque Frank la publicó como portada de su obra en cuatro volúmenes *Curiosidades de la historia natural*) muestra al profesor Ictiosaurius, rodeado por un grupo de atentos estudiantes de esa misma especie, impartiendo una conferencia sobre un peculiar fósil, remanente de tiempos muy antiguos, un cráneo humano. Inmedia-

¹ No debe considerarse una afición tan extraña como pudiera parecerlo hoy. En pleno auge del expansionismo victoriano, naturalistas ingleses pensaron la posibilidad de domesticar animales de caza asiáticos y africanos con el fin de proponérselos al paladar británico, por encima de la vaca y del cordero. Un sistemático examen gustativo reveló tanto las posibilidades de éxito como lo arriesgado de la operación.

TERRIBLE METAMORFOSIS

Los únicos vestigios humanos son fósiles.—Reaparición del Ictiosauo.



Una conferencia.—«Llegaréis a comprender», continuó el PROFESOR ICTIOSAUO, «que el cráneo anterior al nuestro debió pertenecer a alguna de las más bajas clases de animales; los dientes son absolutamente insignificantes, el poder de su mandíbula es de muy poca monta, y en conjunto resulta sorprendente pensar cómo esta criatura podía procurarse el alimento.»

FIGURA 4.1.—*Caricatura de Charles Lyell como el futuro profesor Ictiosauo hecha por De la Beche.*

tamente se capta la incongruencia y el buen humor. Lo que vemos no es un antiguo ictiosauo jurásico vertiendo sus coprolitos en las aguas del Lyme Regis, sino un *futuro* profesor Ictiosauo dando una conferencia sobre la antigua estratigrafía de nuestro presente. El título que De la Beche da a su litografía corrobora esta interpretación: «Terrible metamorfosis. Los únicos vestigios humanos son fósiles. Reaparición del ictiosauo.»

Dado que William Buckland había pronunciado tantas conferencias sobre estos animales, y dada su gran amistad con De la Beche, Frank hizo la razonable suposición de que esta litografía había sido

diseñada pensando en su padre, y que el engalanado profesor le representaba. En el prefacio de la primera edición de *Curiosidades*, Frank escribió:

La portada... es... un dibujo realizado hace muchos años para el Dr. Buckland por sir Henry de la Beche, de quien se lloró su pérdida... originariamente se dibujó como una especie de encuesta sobre sus clases de geología en Oxford, cuando trataba el estudio del ictiosauro, una raza extinguida de lagartos con apariencia de pez. El tema del dibujo puede ser descrito de esta forma: Se supone que los tiempos han cambiado. Los únicos vestigios humanos son fósiles, igual que son fósiles los vestigios de ictiosauro que encontramos en la actualidad; y en lugar del profesor Buckland dando una clase sobre la cabeza del ictiosauro, aparece el *Profesor Ictiosauro* dando una clase sobre un fósil de cabeza humana (1874 ed., vii).

Adquirí el libro de Frank Buckland en 1970, durante un período sabático en Inglaterra. Su lectura fue para mí un grato entretenimiento en un viaje en tren, de Oxford al Museo Británico de Londres. Pero tengo recuerdos de un enigma y de un descubrimiento, me refiero a que al leer la explicación de la portada detecté un error importante. La ilustración de De la Beche tenía un significado aún más agudo y profundo. Frank Buckland, ignorando el contexto, había interpretado la figura como una inocente y benévola caricatura de su padre (lo que no es de extrañar). Yo descubrí en la litografía un aspecto satírico, casi en forma de dardo venenoso, pero esta vez dirigido a Charles Lyell, concretamente por el pasaje más curioso de los tres volúmenes que componen su obra *Principios de geología*—tratado considerado por la mayoría de los geólogos como el documento fundacional de la era moderna de su disciplina—. Lyell escribió acerca de climas más templados en un futuro geológico:

Entonces podría volver aquel género de animales cuya memoria se preserva en las viejas rocas de nuestros continentes. Podría reaparecer en los bosques el terrible iguanodonte, y en los mares el ictiosauro, y los pterodáctilos volverían a revolotear umbrías arboledas de grandes helechos (1830, 123).

Posiblemente, De la Beche ideó su futuro profesor Ictiosauro para ridiculizar este ensueño. Como dato a favor de esta interpretación, en la parte inferior de la litografía, a mano derecha, De la Beche inscribe el año en que la realizó: 1830, año en que se publicó el primer volumen de la obra de Lyell.

Martin Rudwick (1975) siempre ha mantenido que el objetivo de la caricatura de De la Beche era Lyell, y no Buckland; añade que De la Beche, lejos de dibujar la figura para Buckland, repartió ampliamente copias entre sus amigos. Y más importante y concluyente, Rudwick descubre y recopila entre 1830 y 1831 una serie de bocetos y caricaturas de De la Beche en los márgenes de un cuaderno de campo. Lyell, generalmente representado como un simple teórico con su birrete de abogado, y comparado con los honestos geólogos de campo, con sus ropas de trabajo, es el blanco de estas sátiras. El último boceto supone un ensayo para el producto final; en él aparecen el profesor Ictiosauro, la calavera humana, y un atento estudiante, todos dispuestos en la misma posición que en la litografía que nos ocupa. Cualquier sombra de duda sobre la identificación con Lyell se dispersa al ver el encabezamiento que De la Beche da a este ensayo: «Retorno del ictiosauro, etc.», «Principios, etc.». Según Rudwick, toda la serie de sátiras es un intento de De la Beche de caricaturizar su desacuerdo con las ideas y los métodos de Lyell; hasta que, con el profesor Ictiosauro, se queda satisfecho ².

Mientras que nos alegra haber resuelto un pequeño problema sobre una famosa ilustración de la historia de la geología, resulta que la identificación que De la Beche hace del profesor Ictiosauro con Charles Lyell, subraya una importante paradoja en la interpretación tradicional del papel de Lyell en la historia de la geología. El Lyell autor de tratados es, después de todo, un héroe para la geología; categoría que alcanzó por liberar a esta disciplina del dominio de la especulación vacía y de salón, siempre teñida de teología, asentándola como una ciencia moderna, basada en la más pura razón y en la observación empírica que brinda el terreno. Considerando, como hemos hecho en capítulos previos, la valoración de sir Archibald Geikie:

Con incansable diligencia dispuso en un orden admirable todas las observaciones que pudo recopilar para sostener la doctrina que presenta como la

² El dato que inicialmente me persuadió de identificar al profesor Ictiosauro con Lyell, la datación de la litografía en el año 1830, irónicamente es falso. Rudwick demuestra que De la Beche realizó esta figura en 1831, y que fue al transcribir la figura en litografía cuando se introdujo la fecha equivocada. Como De la Beche sabía que estaba satirizando unas declaraciones que Lyell apunta en su libro de 1830, el error de la fecha se convierte en otro tipo de evidencia para la identificación con Lyell.

llave del pasado. Con inimitable lucidez trazó el modo en que las causas operan, y las utilizó como medida de todo lo acontecido en tiempos pasados... No solamente se opuso a que se permitiera la introducción de procesos de los que no se podía demostrar que formaran parte del actual sistema de la naturaleza, también se opuso a admitir que hubiera que suponer alguna razón por la que el grado de actividad de los agentes geológicos en algún momento hubiera sido diferente a lo que ha sido dentro de la experiencia humana (1905, 403).

Si las consideraciones de Geikie sobre Lyell son correctas, nos enfrentamos a un importante enigma de interpretación histórica: ¿por qué, ¡en nombre del cielo!, el héroe del empiricismo racional ocupa con ensueños sobre la vuelta de ictiosauros y futuros pterodáctilos, el centro del gran tratado que asentó la geología a base de desechar especulaciones fatuas? ¿Quería Lyell simplemente introducir algún desahogo cómico, siguiendo el principio de necesidad de variación, conocido en los grandes dramaturgos? ¿Tiene el retorno del ictiosauro la misma función que los sepultureros que contemplan la calavera de Yorick en Hamlet?, ¿o que los zalameros cortesanos Ping, Pang y Pong, que por un momento nos hacen olvidar que la princesa Turandot matará a cualquier pretendiente que no sepa responder a su pregunta? ¿O Lyell hablaba completamente en serio, y su hagiografía tradicional está completamente equivocada?

En este capítulo demostraré que Lyell quiso decir algo con cada palabra que escribió sobre los futuros ictiosauros. Una vez más, la clave para entender la seriedad y la importancia de este pasaje reside en la metáfora de la flecha del tiempo y del ciclo del tiempo. Lyell, más que un empiricista imparcial, era un partisano pensador, comprometido con la defensa del ciclo del tiempo, frente al duro discurso que se opone a un mundo sin dirección, sobre todo en lo que se refiere a sus datos sobre los progresos orgánicos, de pez a reptil y de mamífero a hombre.

Este argumento requiere, y le daremos, una mayor elaboración. De momento, para aliviar la incomodidad que producen los problemas sin resolver, simplemente señalaré que los futuros ictiosauros no representan más que una incursión especulativa de Lyell para poner a salvo un estatus estable dentro de la complejidad de la vida, ante el estudio de un fósil que habla de progreso. Podríamos ver, dice Lyell, un avance en cuanto a la configuración de las especies, en el paso del pez al ictiosauro, y a la ballena, pero lo único que

realmente vemos es el arco saliente de un gran círculo que dará una vuelta más, y no un sendero lineal hacia el progreso. Justo antes de sus fabulaciones con ictiosauros, Lyell escribe que ahora nos hallamos en el invierno del «gran año», dentro del ciclo geológico de los climas. Unas condiciones medioambientales más duras exigen especies de sangre caliente más resistentes. Pero de nuevo vendrá el verano del ciclo del tiempo, y «entonces podría volver aquel género de animales...».

Charles Lyell, autor de su propio mito

La retórica de Lyell

Como De la Beche señala en su caricatura, Charles Lyell era abogado de profesión, de birrete nada menos, y por tanto, diestro en cada una de las claves de la persuasión verbal. Así, si en las primeras secciones de los capítulos anteriores sobre Burnet y Hutton vemos que se trata a la historia de una manera que no tiene más alcance que el papel en que se escribió, en el mito de Lyell tenemos que descubrir una doble mala sombra. Hay que tener en cuenta que las leyendas de Burnet y Hutton se desarrollaron después de la obra de Lyell, y que Lyell construyó todo su edificio cimentándolo en el resumen más brillante que jamás haya publicado un científico. Y que además fue este resumen el que dio estatus a esa historia que no tiene más sentido que el de ocupar el papel en que se escribe, alimentando las leyendas sobre Burnet y Hutton. Y esa historia que Lyell construyó a su medida ha representado desde entonces una lacra para el estudio del tiempo en la tierra.

El primer volumen de la obra de Lyell *Principios de geología* (publicada en tres volúmenes, entre 1830 y 1833) empieza con cinco capítulos dedicados a la historia de la geología, cuyas lecciones tratan de establecer una adecuada aproximación a un estudio moderno de la tierra. El gran objetivo de Lyell no es, como tantas veces se ha dicho, realizar un tratado que compendie de una manera sistematizada todos los conocimientos prevalentes; Lyell pretende introducir el apasionado y sencillo resumen de un argumento tan sólido como inexorablemente contundente. Todas las secciones del texto, incluida la introducción histórica, tratan el mismo tema, e incluso la

disposición de las secciones sugiere el desarrollo uniforme del resumen. La famosa frase de la pluma de Darwin para introducir el último capítulo de *El origen de las especies*: «todo este volumen es un amplio argumento», sería igualmente válida para los tres volúmenes de Lyell.

Aunque parezca una caracterización un tanto tosca, se puede decir que Lyell siempre mantuvo que para descubrir la verdad geológica es necesario ceñirse a una determinada metodología, a la que no dio nombre, pero que pronto recibió la farragosa designación de «uniformitarianismo» (en una revisión de William Whewell, escrita en 1832). Lyell introduce la esencia de uniformidad ya en el subtítulo que da a su tratado: «Un intento de explicar los primeros cambios en la superficie de la tierra en referencia a causas que operan actualmente.» La proposición parece bastante simple. La ciencia es el estudio de los procesos. Los procesos del pasado son, en principio, inobservables; solamente en la congelación de sus resultados se pueden encontrar evidencias de la historia antigua —fósiles, montañas, lavas, marcas ondulantes—. La única manera de comprender los procesos del pasado es comparar sus resultados con los fenómenos modernos que resultan de procesos que ahora podemos observar directamente. En este sentido, el presente debe ser nuestra llave para el pasado (figura 4.2).

Si la idea de uniformidad en Lyell se restringiera a la simple presentación de un método, no encontraríamos en ella ninguna controversia ni nada particularmente ilustrativo. Pero la uniformidad a la que se refiere Lyell es una idea compleja, donde se mezclan de una manera consensuada las bases de un método con una importante proposición sobre la esencia de la tierra, sobre la esencia del modo de operar del mundo empírico. Lyell mantuvo que todos los sucesos pasados, todos y cada uno, podrían explicarse por la acción de las causas que operan actualmente. No hay antiguas causas que se hayan extinguido, ni nuevas causas que entren en funcionamiento. Más todavía, las causas del pasado han actuado desde siempre —sí, desde siempre— con la misma razón e intensidad con que lo hacen ahora. No han aumentado ni disminuido con el tiempo. Ningún período primitivo ha disfrutado de ningún vigor original, ni se ha visto sujeto a ralentizaciones. En resumen, la tierra siempre ha funcionado (manifiestamente) como lo hace ahora. (En la siguiente sección presentaré una taxonomía de los distintos, y en parte contradictorios, significados de uniformidad. Por el momento, permítanme que me li-



FIGURA 4.2.—Dos ilustraciones de la primera edición de *Principles of Geology* de Lyell mostrando su método de trabajo, donde se constata que los resultados de efectos antiguos y de las causas actuales (y visibles) son los mismos. Arriba: la apariencia actual de un volcán de la Bahía de Nápoles, al que en tiempos, ahora históricos, se le vio en erupción. Abajo: islas griegas, cuya topografía demuestra que algún día rodearon el cráter de un volcán. La isla más grande es Santorín, señalada candidata para albergar la Atlántida de Platón.

mite a advertir que Lyell siempre supo sacar partido de su creativa confusión.)

Lyell defiende su idea de uniformidad en dos sentidos. Añade al argumento lógico que hemos mencionado una justificación histórica enraizada en una visión idiosincrática del pensamiento occidental. En el relato histórico de Lyell, visto según la tradición maniquea, las fuerzas de la oscuridad se despliegan para impedir cualquier progreso. Pero la mortecina llama de la verdad empieza a parpadear, y al final, por el esfuerzo de los hombres sensatos, arderá con brillo para acabar con la superstición y la perfidia. Las fuerzas de la oscuridad representan a aquellos hombres que ven en el pasado diferentes formas y causas que en el presente; hacen imposible cualquier forma de ciencia verdadera, su único procedimiento es la vana especulación. La uniformidad es la fuente de luz, y el avance de la geología podría definirse por el lento pero ininterrumpido crecimiento de su popularidad. «En el esquema de progreso de la geología encontramos la historia de un violento y constante enfrentamiento entre las ideas nuevas y las doctrinas de siempre, doctrinas sancionadas por la fe incondicional de muchas generaciones, y supuestamente apoyadas en la autoridad que brindan las Escrituras» (I, 30) ³.

Para entender el impacto de Lyell, debemos admitir un factor que de mala gana admiten los científicos. Se supone que la verdad debe prevalecer por la fuerza del argumento lógico y por todo un mundo de documentación, no por la fuerza de la retórica. Pero con todo, nunca entenderíamos las razones del triunfo de Lyell sin reconocer el papel de su destreza verbal. La ciencia mantiene una criba para las ideas mal expresadas. La profesión ha albergado algún buen escritor, pero a muy pocos grandes estilistas. Charles Lyell fue un gran escritor, y una gran parte de su enorme éxito es sólo un reflejo de su habilidad verbal; no sólo por el acierto en la elección de las palabras, sino también por la extraordinaria habilidad para formular y desarrollar argumentos, encontrando siempre oportunas analogías y metáforas para su soporte.

El mejor ejemplo de la persuasión de Lyell por la retórica ⁴ es

³ Dado que citaré con mucha frecuencia referencias de la primera edición en tres volúmenes de la obra de Lyell *Principios de geología* (aunque sólo sea para mostrar de alguna manera el poder de su prosa), adoptaré la convención de citar únicamente el número de volumen y a continuación el número de página. El volumen I fue publicado en 1830, el volumen II en 1832 y el volumen III en 1833.

⁴ Término que, por cierto, utilizo en sentido literal, no peyorativo.

el famoso capítulo 5, sobre «Las causas que han retardado el progreso de la geología». Aquí, todo el argumento de Lyell discurre históricamente a lo largo de varias etapas:

1. Todas las ideas viejas e infructuosas comparten la propiedad común de suponer (porque tales creencias solamente podían defenderse por la especulación) que antiguamente en la tierra operaban causas diferentes a las de ahora, y que en cualquier caso, actuaban con distinta intensidad que en los procesos actuales; una «discordancia» entre los modos de cambio del pasado y del presente, según escribe Lyell. «Las fuentes del prejuicio... están todas particularmente calculadas para producir la misma decepción, y para forzar la creencia de que el curso de la naturaleza en su más temprana edad, difería ampliamente del que ahora está establecido» (I, 80).

2. La observación empírica de la tierra permitió a los geólogos superar estas supersticiones sobre un pasado diferente.

Los primeros observadores pensaron que los monumentos que los geólogos se empeñan en descifrar pertenecen a un período en el que la constitución física de la tierra era totalmente diferente a la actual, y en el que, incluso, después de la creación de los seres vivos, actuaban causas diferentes en género o grado a las que ahora forman parte de la economía de la naturaleza. Estas ideas se han modificado gradualmente, y algunas de ellas han sido totalmente abandonadas, en la misma proporción en que las observaciones se han multiplicado, y los signos de los primeros cambios se han interpretado adecuadamente... Algunos geólogos (ahora) infieren que nunca ha habido interrupciones en el orden uniforme de los sucesos físicos (I, 75).

3. La ruina de la superstición antiuniformitaria de los geólogos corre pareja al sendero de esclarecimiento de la historia humana.

Debemos admitir que la evolución gradual de las ideas concernientes al acontecer de fenómenos en eras remotas de una manera particular remeda a la que acompaña al desarrollo de la inteligencia en los distintos pueblos... En las etapas iniciales del desarrollo, un gran número de sucesos naturales eran ininteligibles, eclipses, terremotos, inundaciones, la aproximación de un cometa, y otros muchos sucesos, que después se encajaron en el curso normal de la naturaleza, pero mientras tanto, se registraron como prodigios. El mismo error impera en relación al hecho moral, así muchos fenómenos morales se han atribuido a la intervención de demonios, fantasmas, brujas y demás agentes inmateriales y supranaturales. Gradualmente nos hemos

explicado muchos de los enigmas del mundo físico y del mundo moral, y hemos encontrado que en vez de obedecer a causas extrínsecas e irregulares, dependen de leyes fijas e invariables. Al final los filósofos se han convencido de la constante uniformidad de las causas secundarias (I, 75-76).

Con este rigor Lyell demuestra la ecuación de la uniformidad; no aporta ejemplos reales, sino metáforas basadas en experimentos ingeniosamente calculados y contruidos para representar los hechos reales con los que guardan cierta analogía. Invoca las primeras creencias de un planeta joven, advirtiendo correctamente que la uniformidad no puede apoyarse en estudios que reducen la historia a unos pocos miles de años. Supongamos, dice Lyell, que una expedición guiada por un hipotético Champollion descubriese los monumentos del antiguo Egipto cuando los europeos pensaban que el hombre había atravesado el Nilo por primera vez a principios del siglo XIX. ¿Qué pensarían de las pirámides, obeliscos y ruinas de templos? Estos monumentos «les llenarían de tal asombro, que por un momento quedarían hechizados, totalmente incapaces de razonar con sobriedad. Y en principio podrían inclinarse a pensar que la construcción de una obra tan majestuosa, sólo podía justificarse por la intervención de un poder sobrehumano en un mundo primitivo» (I, 77).

Pero supongamos ahora que la expedición hubiese topado con «un gran depósito de momias», indicando aparentemente que hace mucho tiempo allí han vivido hombres capaces de construir esos monumentos. Observadores honestos (uniformitarianistas incipientes) revisarían sus fantasías y admitirían que las pirámides las construyeron hombres normales, pero los observadores comprometidos con los métodos antiguos serían capaces de elaborar teorías incluso más estrafalarias tratando de armonizar la presencia de las momias con su persistente convicción de que ningún hombre había habitado en Egipto. Lyell ofrece algunas sugerencias: «Dado que la ribera del Nilo ha sido colonizada recientemente, cabe pensar que esas curiosas sustancias llamadas momias, en realidad nunca han pertenecido a hombre alguno, sino que han podido haber sido generadas por alguna virtud plástica subyacente en el interior de la tierra, o incluso, puede que sean abortos que la naturaleza ha producido en un incipiente esfuerzo de creación» (I, 77).

Ahora empezamos a entender la estrategia de Lyell. Su historia de Egipto se refiere a un importante debate del siglo XVII sobre la

naturaleza de los fósiles. Entonces muchos científicos dudaban de que los fósiles pudieran ser remanentes de organismos, porque la cronología de Moisés era demasiado corta como para albergar tal plenitud. Por aquel entonces abundaban las teorías de la *vis plastica* o de la *virtus formativa*.

Según progresa el conocimiento, y se admite para la tierra cierta antigüedad, Lyell cambia de metáforas. Ya no negamos la presencia humana completamente, ahora tratamos de comprimir la historia en un brevísimo lapso de tiempo.

A la hora de introducir ideas racionales sobre las circunstancias que caracterizaron las edades iniciales, resulta funesto cometer errores en la cuantificación del tiempo, de la misma manera que resulta nefasto pretender redactar la crónica de las operaciones civiles y militares de una gran nación, examinando los hechos bajo la impresión de que tuvieron lugar en un período de cien años, en lugar de dos mil años. Bajo este tipo de errores, los estudios históricos inmediatamente asumirán un aire de romance; los hechos aparecerían desprovistos de toda credibilidad, e inconsistentes con el curso actual de los sucesos humanos. De manera tumultuosa los incidentes se sucederían densamente unos tras otros. Parecería que las fuerzas armadas sólo se organizarían para ser destruidas, y que las ciudades solamente se construirían con el objeto de convertirlas en ruinas. Habría las más violentas transiciones entre períodos de guerras internas o externas y períodos de profunda paz, y las obras realizadas durante los años de desorden o de tranquilidad, cobrarían una magnitud superhumana (I, 78-79).

Lyell también confiaba en poder dar la vuelta a la frase para transmitir su mensaje. Consideremos ahora algunos fragmentos de su sección más apasionada, el capítulo I del volumen III, donde se vuelve a exponer la síntesis de su doctrina general, y que lleva por título: «Métodos de teorizar en geología». En él, de nuevo se nos explica el contraste entre los simples especuladores, y los pacientes empiricistas, que mantienen la uniformidad en género, proporción y magnitud de cambio. Veamos las descripciones peyorativas que hace Lyell reprobando a los antiuniformitarianistas (III, 2-3): «Se conceden la libertad de dar rienda suelta a sus imaginaciones, con la esperanza de que pudieran ser algo más interesantes de lo que realmente son»; «se dedicaron plenamente a hacer conjeturas sobre cómo podría haber sido el curso de la naturaleza en un período remoto»; prefirieron «especular sobre las posibilidades del pasado, antes que tener la paciencia para explorar las realidades del presente»; «inven-

taban teorías». «Nunca hubo un dogma mejor calculado para alimentar la indolencia, y despuntar el agudo filo de la curiosidad, que su adopción de la idea de discordancia entre las primeras causas de cambio y las actuales». «Desde el principio se enseñaba a los estudiantes a desalentarse.» La geología «nunca habría podido elevarse al rango de ciencia exacta»; la convirtieron en «un campo sin límites para la especulación». Y por último, la metáfora más famosa de Lyell: «vemos revivir el viejo espíritu de la especulación, y el deseo manifiesto de cortar, en lugar de tener la paciencia de desatar, el nudo gordiano» (III, 6).

En contraste, veamos ahora las palabras de alabanza que dedica a los protagonistas del uniformitarianismo. Se dedicaron a «inquirir», a «investigar sobre... el curso de la naturaleza en sus distintos momentos». Intentaron «explorar pacientemente las realidades del presente» a través de la «sincera recepción de evidencias procedentes de aquellos instantes, instantes sí, pero de continuos cambios...». Tienen «la esperanza de interpretar los enigmas»; «se hacen difíciles preguntas» sobre los «complicados efectos de las causas relacionadas con el fuego y con el agua, que actualmente operan». Hay un «esfuerzo serio y paciente» (III, 2-3).

Con el fin de ilustrar las tres formas retóricas de Lyell —invocación de la historia, uso de metáforas y el contraste entre adjetivos—, he intentado representar su forma ideal de geología como el extremo derecho (y correcto) de una estricta dicotomía entre la vana especulación y la verdad empírica, definidas, respectivamente, como la creencia de que en el mundo antiguo las causas operaban de una manera diferente, frente a la convicción de que en nuestro planeta se ha mantenido un constante estado dinámico a través de los tiempos.

La realidad de la historia es algo mucho más complejo e interesante que la ironía de la historia, que es lo único que Lyell conquistó. Su versión se convirtió en la hagiografía semioficial de la geología que, hasta el presente, se ha seguido en todos los textos. Por supuesto que los historiadores profesionales lo saben mejor, pero su mensaje apenas alcanza a los geólogos, a los que parece gustarles estos relatos de héroes.

El mito moderno

Si la versión de Lyell fue papel mojado, los estudios posteriores sobre esta importante dicotomía son aún más simplistas. Para empezar, se le dio un nombre a cada uno de los extremos de la dicotomía, se llamó catastrofismo al extremo derrotado, y uniformitarianismo al vencedor. Estos nombres abrigaron en cuidadosa envoltura cualquier sutileza que aún le quedara a estos conceptos. Después, según se iba avanzando en el estudio, vemos cómo la posición catastrofista resulta más ridícula y caricaturesca. Particularmente, Lyell advirtió que en pleno siglo XIX la escala temporal de 5.000 años inspirada en el Génesis resultaba obsoleta, y que se debería acusar a sus colegas científicos (a la mayoría) por no hablar de suficientes millones de años en sus revisiones (este giro de opinión fue lo que propició en Lyell la transición de las metáforas sobre momias egipcias a metáforas sobre siglos acelerados). Pero generalmente los textos posteriores han difuminado esta distinción, y han supuesto que los catastrofistas de la época de Lyell seguían adheridos a la cronología mosaica. Este ridículo error permitió entonces el paso final, la coronación de Lyell como el hombre que, rechazando lo explícitamente milagroso, hizo de la geología una ciencia (es la única manera de condensar las complejidades de la historia en 5.000 simples años, como se resolvió en 1830). Los catastrofistas, por inspiración bíblica, rápidamente se convirtieron en traficantes de milagros, impidiendo activamente el establecimiento de la geología como ciencia exacta. En este capítulo, más adelante, demostraré que los catastrofistas de la época de Lyell eran buenos científicos, y que aceptaron tanto la idea del antiguo planeta como los significados metodológicos de la uniformidad. La idea de que el catastrofismo implica cronología bíblica es un error de lógica, porque los dos flancos del argumento central no son simétricos. Una escala temporal de 5.000 años implica alguna forma de paroxismo global como vía de cambio, y la creencia en una catastrofe universal no implica necesariamente un planeta joven. La tierra podría tener billones de años, y concentrar sus cambios en momentos paroxísticos.

Por ejemplo, Loren Eiseley, en el artículo moderno más difundido sobre Lyell, confunde el antiguo estilo literario bíblico, bastante obsoleto entre los científicos de 1830, con sus verdaderos oponentes entre los científicos catastrofistas, y así representa a Lyell como el caballero blanco de la verdad: «Se introdujo en el campo

de la geología cuando éste era un misterioso y sombrío paisaje de enormes convulsiones, inundaciones y sobrenaturales creaciones y extinciones de vida. Distinguidos hombres prestaron su nombre a estas fantasías teológicas» (1959, 5).

El juego de la dicotomía requiere representantes para cada uno de los extremos. En tratados de poca monta, aparece Georges Cuvier como el enemigo catastrofista de Lyell. Cuvier acepta la cronología bíblica (o al menos un planeta de muy corta duración); aboga por la total extinción de vida (con su posterior recreación milagrosa) en cada catástrofe; Cuvier probablemente era consciente de que trabajaba para la iglesia y en contra de la ciencia. ¡Que desfiguración más vulgar! Porque Cuvier, quizá uno de los mejores intelectuales del siglo XIX, fue un hijo de la Ilustración francesa que veía el dogma teológico como un anatema para la ciencia. Fue un gran empirista que creía en la interpretación literal del fenómeno geológico (ver páginas 151-157). Para Cuvier la tierra, aunque sujeta a intermitentes paroxismos, era tan antigua como para Lyell. Defendía que muchos de los cambios zoológicos que sucedieron a las catástrofes representaban migraciones de formas biológicas preexistentes en distintas áreas. El verdadero debate entre Lyell y Cuvier, entre la uniformidad y el catastrofismo, fue un substancioso argumento científico; y su tema principal fue la flecha del tiempo frente al ciclo del tiempo. Considerando textos posteriores, cabe mencionar tres best-seller publicados entre 1950 y 1970:

Gilluly, Waters y Woodford (1959, 103) hablan sobre Curvier: «Estas (catástrofes), pensaba Curvier, acababan con cualquier forma existente de vida, y después se creaba toda una nueva fauna: esta doctrina, llamada catastrofismo, estaba en parte indudablemente inspirada en el episodio bíblico del Diluvio.» En la tercera edición (1969) van más lejos, y sustituyen «en parte indudablemente» por «incuestionablemente».

Longwell y Flint (1969, 18): «Un grupo de geólogos que, aunque admitían que la tierra había cambiado, suponían que todos los cambios habían sucedido dentro de la escala temporal que sugiere la cronología bíblica. Esto implica que los cambios tuvieron que ser catastróficos.»

Spencer (1965, 423): «La mayoría de los estudiosos de la tierra suscribieron la idea de que el planeta no tenía más que unos pocos de miles de años de edad, y que su historia había sido interrumpida por al menos una catástrofe, durante la cual todos los seres vivos

tuvieron que desaparecer para ser nuevamente creados a continuación.»

O Stokes (1973, 37), en uno de los principales textos de geología histórica: «Cuvier pensó que el Diluvio de Noé fue un fenómeno universal, y que sirvió para preparar la tierra a sus actuales habitantes. Para la iglesia era perfecto poder contar con el apoyo de tan eminente científico. Y no hay duda de que la gran reputación de Cuvier retrasó el establecimiento de las ideas más acertadas que últimamente prevalecen.»

Y por último, el nuevo libro divulgativo de ciencia de uno de los mejores escritores científicos americanos: «Hasta que Lyell publicó su tratado, la mayoría de los intelectuales pensaban que la tierra era un planeta joven, y que sus relieves más espectaculares, como montañas, valles, islas y continentes, eran productos de repentinamente sucesos cataclísmicos, fruto del poder sobrenatural de Dios» (Rensberger, 1986, 236).

Estos textos identifican los estudios del terreno como el combustible que propició el cambio hacia la doctrina uniformitaria: «Las ideas de Hutton nunca prendieron, hasta que Lyell las reintrodujo aportando la masiva documentación que obtuvo en sus afanosos estudios del terreno» (Rensberger, 1986, 236). «La idea de que el catastrofismo estaba equivocado podría haber sido una reacción en contra del dogmatismo teológico, pero para la mayoría fue una simple consecuencia del inevitable avance en la observación de la naturaleza» (Stokes, 1973, 37). «Según fue aumentando el conocimiento en Geología, llegó a ser imposible racionalizar una lista creciente de sucesos dentro de un período de tiempo tan pequeño y tan fijo» (Longwell, Flint y Sanders, 1969, 18).

¿Y qué importancia tiene esto? ¿Qué daño hace un pequeño despliegue de héroes sobre un pasado ilusorio, especialmente si esto nos hace sentir bien en relación al progreso de la ciencia? Yo diría que desfigurar la historia es uno de los riesgos profesionales de los investigadores científicos. Si equiparásemos la uniformidad con la verdad, relegando las pretensiones empíricas del catastrofismo al impensable secreto de la teología, estaríamos calificando a una versión concreta de los procesos geológicos como verdadera *a priori*, perdiendo toda posibilidad de sopesar otras alternativas razonables. Si acogiéramos la idea simplista de que el triunfo del uniformitarianismo reside en el esfuerzo de sus estudios sobre el terreno, nunca entenderíamos la interacción de la teoría y de los hechos con el contexto social, y

nunca detectaríamos las inclinaciones de nuestro pensamiento (porque de nuestras estimadas creencias haríamos dictados de la naturaleza).

Tengo una razón particular, dentro del contexto de este libro, para acabar con el papel mojado de estas historias. Una vez que hemos rescatado la principal objeción que pone Lyell a la versión inteligente e inteligible del catastrofismo, reconozcamos que el debate verdadero no era el del dogma en contra de los estudios del terreno, sino un conflicto entre rivales empíricos, claramente enraizado con el tema de este libro, un conflicto metafórico entre la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo. Lyell realmente no fue el caballero blanco de la verdad y del estudio en el terreno, y debería pasar a la historia como el científico que aportó una particular y fascinante teoría claramente enraizada en el estado uniforme del ciclo del tiempo. Mediante la retórica, trató de equiparar esta importante teoría con el rigor y el racionalismo; y su éxito fue clamoroso. Por tanto, no podremos entender la importancia de la flecha del tiempo y del ciclo del tiempo, estableciendo nuestra propia visión del tiempo y de los procesos, hasta que no acabemos con la más envolvente de todas las historias escritas en papel mojado. Y esto no debería ser difícil, el papel mojado es un bonito pero endeble material.

El triunfo retórico de Lyell: el equivocado rol del catastrofismo

El enigma de las notas de Agassiz

Louis Agassiz, el gran científico suizo, que hizo de Harvard su hogar y construyó el museo del que a continuación me voy a ocupar, fue una importante variedad del jardín del catastrofismo. Desarrolló la teoría de la glaciación continental, en la que se parte de un recubrimiento total del planeta por una capa de hielo, con la consecuente eliminación de cualquier signo de vida y la necesidad de contar con el poder divino para explicar la nueva creación de vida. El único papel que podría ocupar Agassiz en la dicotomía que plantea Lyell sería el de implacable oponente.

Hace más o menos diez años, descubrí en las estanterías de la biblioteca de nuestro museo una copia del libro de Lyell perteneciente a Agassiz, en la que aparecen unas notas escritas en los már-

genes que resultan fascinantes, y que en absoluto se entienden si partimos de que la gran dicotomía de Lyell represente con exactitud el conflicto geológico de su tiempo. Agassiz anotó tres comentarios en francés en los márgenes del prefacio que escribe Lyell, en 1834, para la tercera edición londinense de su obra, dedicada precisamente por el autor al «Dr. Agassiz à Neuchâtel» (Agassiz y Lyell, a pesar de sus diferencias profesionales, eran grandes amigos).

El contenido de los dos primeros comentarios es exactamente lo que se podría esperar de un serio oponente al catastrofismo. Agassiz empieza por discutir el margen de variabilidad de las causas modernas, argumentando, implícitamente, que Lyell se estaba equivocando al atribuir fenómenos de gran envergadura pertenecientes al pasado a la acción de pequeños y lentos cambios. Manteniendo que muchas de las causas modernas son sustanciales y repentinas, rechaza el principio de Lyell de que todos los procesos actuales se integran en una serie única: «Estas causas son idénticas, pero de la misma manera que lo son la causa que origina el clima apacible y la causa que origina la tempestad. Y no cabe en la cabeza de nadie agruparlas en la misma categoría. Siempre ha habido diferentes categorías de causa.»

En el segundo comentario se extiende este argumento hacia el pasado y se critica una premisa esencial de la idea de la uniformidad: la de que los fenómenos de gran envergadura resultan de la suma de pequeños cambios. «Pero estos cambios, igual que actualmente no actúan con la misma intensidad, podrían no haber actuado de esa manera en los primeros tiempos. Por tanto, nunca han tenido nada que ver con grandes cambios, que no resultan de la adición de pequeños cambios.»

Hasta ahora no hay ningún problema. El conflicto surge cuando encontramos la declaración que compendia su postura, anotada en la página en blanco que aparece a la izquierda de la página en que Lyell inicia el resumen de su doctrina, como encarándose con él (figura 4.3): «Les principes de Géologie de Mr. Lyell sont certainement l'ouvrage le plus important qui ait paru sur l'ensemble de cette science, depuis qu'elle mérite ce nom» (El libro *Principios de geología* de Lyell es sin duda la obra más importante que ha aparecido en todo el conjunto de esta ciencia desde que merece el nombre de ciencia). No hay duda de que estas líneas son de puño y letra de Agassiz, representando sus propias observaciones, no haciéndose necesarias las palabras que pudiera copiar otro autor (ver Gould, 1979). Después de toda la retórica despectiva de Lyell, ¿cómo un catastro-

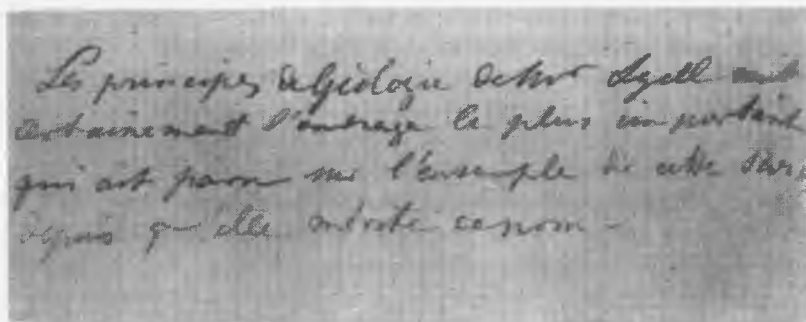


FIGURA 4.3.—Comentario de Agassiz del mayor elogio anotado junto a sus críticas en su copia de *Principles de Lyell*.

fista le puede elogiar de esa manera? Debe de haber alguna equivocación. Quizá Agassiz no fuera un verdadero catastrofista (pero no podemos encontrar otro mejor), o quizá sólo trataba de congraciarse (¿en apuntes privados?), o simplemente estaba siendo inconsistente o sarcástico (pero Agassiz nunca exhibió ese rasgo). Yo quiero sugerir una solución: la dicotomía de Lyell, posteriormente ampliada en tratados de corto alcance, es completamente falsa. En la década de 1830 la geología no era una guerra entre modernistas uniformitarianistas y la vieja guardia catastrofista con su agenda teológica escondida.

Los múltiples significados de la uniformidad y la confusión creativa de Lyell

Cuando yo era un novato estudiante de geología, durante mi período de licenciatura en el Antioch College, un profesor nos llevó a una colina de travertino (piedra caliza depositada por un arroyo) y nos explicó que, según un principio denominado uniformitarianismo, su edad era de 15.000 años. Un colega, siguió diciéndonos, había medido la actual proporción con la que se producía en el depósito. El principio de la uniformidad nos permite contar con que esta proporción tiene que ser constante; y un milímetro por año (o la medida que sea), extrapolando a partir de la parte más baja del acúmulo, determina una edad de 15.000 años. Si no aceptáramos la

constancia de las leyes de la naturaleza en cuanto al espacio y al tiempo, siguió añadiendo mi profesor, seríamos incapaces de aplicar cualquier ciencia más allá del presente inmediato.

En el escenario de mi juventud, prácticamente no me atrevía a desafiar las lecciones de mis profesores, pero este argumento me pareció equivocado. No conseguía entender la parte sobre las leyes de la naturaleza, pensaba que la constancia en el depósito en un montículo de travertino del suroeste de Ohio era un hecho, no un principio. ¿Por qué razón el travertino no podría haberse depositado el doble de rápido hace diez mil años?, o ¿hay que negar la posibilidad de que, entre períodos de depósito, tuvieran lugar extensos períodos de reposo? Así fue que decidí estudiar a Lyell y las fuentes clásicas del uniformitarianismo.

Por supuesto que Lyell nunca confundió de manera tan tosca los principios y los particulares, pero pronto descubrí que lo que había hecho era reunir una variopinta serie de reivindicaciones bajo el paraguas común de la uniformidad; y particularmente, había hecho confluír, de la forma más sutil, principios metodológicos con afirmaciones sustantivas, que es precisamente lo que indujo el error de mi profesor sobre el acúmulo de travertino. Así publiqué mi primer artículo (Gould, 1965) sobre los significados múltiples del uniformitarianismo y sobre la confusión que reina en la literatura geológica, donde estudio la forma en que se suceden las distintas opiniones, cómo por un lado se establece un significado de uniformidad para dar apoyo a determinada afirmación, mientras que por el otro lado se propone un nuevo significado que echa por tierra el anterior.

En la vida de cualquier hombre hay momentos de orgullo y momentos que es mejor olvidar. Para mí siempre ha sido una gran satisfacción contemplar cómo siendo un adolescente y novato estudiante aislado en la pequeña Universidad de Ohio, advirtiese esta importante confusión a la vez que, entre historiadores profesionales, se estaba urdiendo la trama de un movimiento revisionista para dar una nueva valoración a la obra de Lyell. Muchos fueron los que participaron en esta revisión, pero me gustaría destacar los trabajos de Hooykaas (1963), Rudwick (1972) y Porter (1976). (En esta marea mi trabajo es una ola tardía e insignificante, especialmente porque equivoqué completamente el propósito histórico y el significado de la obra de Lyell.) Desafortunadamente, el mensaje no se ha filtrado entre los científicos que practican la geología, y el papel mojado de estos textos sigue sin deshacerse.

Todas las revisiones están de acuerdo en un punto central: bajo la rúbrica común de la uniformidad, Lyell unifica dos tipos diferentes de reivindicaciones —una serie de principios metodológicos acerca de un procedimiento científico adecuado y una relación de creencias sobre la manera en la que supone que realmente funciona la esencia del mundo—. Los principios metodológicos fueron universalmente aplaudidos por los científicos y calurosamente abrazados por todos los geólogos; sin embargo, sus creencias sobre la esencia del planeta despertaron cierta controversia, y realmente sólo fueron aceptadas por una minoría de geólogos.

Entonces Lyell recurrió a un procedimiento embaucador, utilizando, posiblemente, el artificio retórico más limpio de toda la historia de la ciencia, y digo esto en base al éxito que obtuvo a continuación. Etiquetó a todas las posibles versiones como «uniformidad», y sentenció que, si todos los científicos estaban de acuerdo con los principios metodológicos, sus ideas sobre la esencia del planeta deben ser ciertas. Como Wily Odysseus aferrado al vientre de la oveja, aquellas dudosas creencias de la uniformidad se incorporaron a la ortodoxia geológica, porque los geólogos, como los cíclopes del pasado, sin capacidad de discernimiento, cegados por la retórica de Lyell, asumieron aquellos principios metodológicos que todos los científicos aceptaron.

Probablemente nunca sabremos si Lyell urdió este ardid de manera consciente —yo realmente pienso que no, porque su compromiso era tan fuerte, que perfectamente podría haber engendrado la convicción personal de que todas aquellas creencias eran verdaderas *a priori*—. En cualquiera de los casos, este éxito retórico de Lyell debe catalogarse entre los eventos geológicos más importantes del siglo XIX —porque estableció una historia «oficial», que englobaba, dentro de un estilo propio para la tierra, una visión restrictiva de la naturaleza del cambio—. Siempre que algún científico trate de convencerte de que la historia es irrelevante, que no es otra cosa que un almacén para los errores del pasado, cuéntale el relato del triunfo de la retórica de Lyell y cómo se convirtió en el compás que dirigió la investigación geológica durante más de un siglo.

Basándose en mi clasificación de los planteamientos de Lyell en las categorías de principios metodológicos y principios esenciales, Rudwick (1972) distingue en el tratado de Lyell cuatro significados diferentes de uniformidad.

1. *La uniformidad de la ley.* Las leyes de la naturaleza son cons-

tantes en el tiempo y en el espacio. Los filósofos han reconocido ampliamente (ver, particularmente, J. S. Mill, 1881) que asumir la constancia de las leyes naturales nos proporciona la suficiente garantía para poder proyectar inferencias inductivas en el pasado inobservable. (La inducción, como C. S. Peirce propuso, puede ser considerada como un mecanismo de autocorrección en el presente observable, pero nunca podremos observar los procesos del pasado, y ninguna relación de las repeticiones actuales nos puede demostrar que las causas del presente actuaran de la misma manera en el pasado; de aquí nuestra necesidad de un postulado sobre la constancia de las leyes de la naturaleza.) O como James Hutton escribió con admirable franqueza: «Si una piedra que, por ejemplo, cayera hoy, fuera a levantarse mañana, habría que decretar el fin de la filosofía natural, todos nuestros principios fracasarían, y no podríamos seguir investigando por más tiempo las reglas de la naturaleza a partir de nuestras observaciones» (1795, I, 297).

2. *La uniformidad de los procesos.* Si se puede representar un fenómeno del pasado como el resultado de un tipo de proceso que actualmente sigue operando, no tenemos que recurrir a causas desconocidas o extinguidas para su explicación. Este principio recibe el confuso nombre de «actualismo», en referencia al significado de la palabra afín (*actualisme*, *Aktualismus*) en la mayoría de los idiomas continentales, donde actual quiere decir «presente» y no «real» como en la lengua inglesa. Por tanto, actualismo es la noción en la que debemos apoyarnos para explicar el pasado a través de las causas que actualmente están operando. El filósofo Nelson Goodman (1967) reconoció que el actualismo no es más que una manera particular que tiene la geología para expresar una regla general del método científico, el llamado principio de simplicidad: no inventar ninguna causa desconocida, fantástica o extraordinaria, por muy lógica que parezca, si los procedimientos habitualmente disponibles pueden ser suficientes.

Estos dos significados de uniformidad son juicios metodológicos, no afirmaciones sobre la naturaleza de la tierra. Resulta absurdo visitar un afloramiento con el fin de observar la constancia de las leyes de la naturaleza y la vanidad de las causas desconocidas. Si se quiere proceder como un científico, se debe actuar de manera diametralmente opuesta: se debe asumir que las leyes de la naturaleza son constantes, y decidir la amplitud de rango que le queramos dar a las causas conocidas, antes de inventar cualquier forma de meca-

nismo desconocido. Y entonces es cuando se puede visitar ese afloramiento. Los dos primeros significados de uniformidad son versiones geológicas de sendos principios fundamentales —inducción y simplicidad— reconocidos por todos los científicos, tanto hoy como en tiempos de Lyell.

Los otros significados que Lyell le da a la uniformidad pertenecen a un estatus radicalmente diferente. Son teorías sobre la naturaleza de la tierra —propuestas que, en el terreno empírico, pueden ser juzgadas como verdaderas o falsas.

3. *Gradualismo o uniformidad en la proporción.* El ritmo de cambio es generalmente lento, regular y gradual. Los fenómenos de gran envergadura, como las cordilleras o los grandes cañones, se producen por la acumulación, paso a paso, de insensibles e incontables cambios que se suceden a lo largo de un inmenso período de tiempo, para dar lugar a un efecto grandioso (figura 4.4). Por supuesto que también se producen cambios abruptos, como terremotos, inundaciones o erupciones volcánicas. Pero estas catástrofes siempre son estrictamente locales; la frecuencia con la que se producen nunca ha sido en el pasado ni será en el futuro mayor a la frecuencia con la que aparecen en el presente. Particularmente, lejos de lo que algunos teóricos mantienen, nunca ha habido una convulsión que afectara a todo el planeta. Por ejemplo, hablando de inundaciones, Lyell escribe:

Podrían introducirse en las especulaciones geológicas referentes al pasado, siempre que no imaginemos que se producían con más frecuencia o afectando a una mayor extensión, de lo que esperamos cuando se produzcan en tiempos futuros (I, 89).

Lyell defendió la tercera noción de uniformidad con sus características estrategias retóricas. Por ejemplo, organizó su visión liberal del progreso histórico para constatar que las ideas que se hacían persistentes acerca de un paroxismo universal no son más que vestigios de un pasado terrible, donde los hombres se abrazaban temerosos en espera de la caída del siguiente rayo.

Las supersticiones de las tribus salvajes se han transmitido a través de todos los estadios de progreso de la sociedad, hasta el punto de que han ejercido una poderosa influencia en el pensamiento de los filósofos. Se podría encontrar, en los monumentos de los primeros cambios de la superficie de la



La línea de puntos representa el nivel del mar.

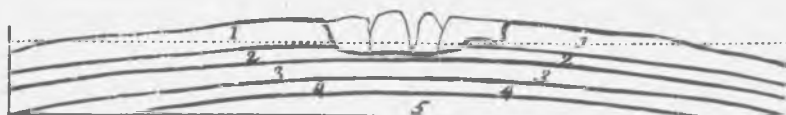


FIGURA 4.4.—Un ejemplo clásico del gradualismo de Lyell —la «denudación en Weald». La estructura geológica de esta cuenca de erosión (arriba) es una gran colina, hundida tras el depósito de creta durante el período Cretáceo (el número 1 en ambas figuras). La figura inferior representa la colina inmediatamente después de su formación, con zonas de erosión y fragmentación que se inician en los depósitos de creta de la cumbre. En la figura superior se muestra cómo, por la erosión gradual de la creta y de sus capas subyacentes, se formó la cuenca actual, con una sustancial separación (por denudación) entre los montes del norte y del sur (lo que permanece de la capa superior de la colina original, etiquetada con el número 1). El primer ejemplo que propuso Lyell para el gradualismo condujo a Darwin a uno de sus errores más famosos. En la primera edición de *El origen de las especies*, utilizó la denudación en Weald para ilustrar la insensible lentitud de los cambios en geología. Darwin estimó que esta denudación requirió un período de tiempo de 300 millones de años (actualmente se reconoce, a partir de los depósitos de creta, un período de 60 millones de años). En posteriores ediciones, Darwin, tras recibir severas críticas, redujo sensiblemente la cifra de su cálculo.

tierra, la aparente confirmación de dogmas transmitidos por herencia a lo largo de sucesivas generaciones, a partir del rudo cazador, cuya terrible imaginación pintó un falso cuadro de aquellas imponentes visitas de terremotos e inundaciones, donde todo lo que él conocía de la tierra era devastado de una vez (I, 9).

La gran esencia del progreso está en sustituir la idea de catástrofe por la de lentos cambios que se acumulan:

El pensamiento se apartaba lenta e insensiblemente de las imágenes de catástrofes y caótica confusión que rondaba la imaginación de los primeros cosmogonistas. Se obtuvieron numerosas pruebas a partir del silente depósito de material sedimentario y del lento desarrollo de la vida orgánica (I, 72).

(Resulta curioso advertir cómo el progreso del pensamiento refleja el progreso de la naturaleza —«de manera lenta e insensible».)

El catastrofismo es, por naturaleza, antiempírico:

En vez de confesar la amplitud de su propia ignorancia, y tratar de resolverla sacando a la luz nuevos hechos, se ocuparon en el indolente empleo de enmarcar teorías imaginarias sobre catástrofes y poderosas revoluciones en el sistema del universo (I, 84).

Así pues, podemos rechazar, como ininteligible en principio, la idea de una catástrofe universal, e incluso de una catástrofe regional; porque:

Sería contradictorio suponer que, en sus primeros tiempos, la naturaleza era a la vez que parsimoniosa en el paso del tiempo, pródiga en violencia —imaginar que mientras una zona sufre un período de convulsiones, las otras zonas no tienen que estar en reposo —que las fuerzas de destrucción no estén bajo control, de manera que no puedan causar estragos y desolación en todo el planeta a la vez, o incluso en una extensa región (I, 88-89).

Estas cinco citas ilustran el estilo de debate de Lyell. Establece ciertos significados de uniformidad —sobre leyes y procesos— como postulados necesarios para un método científico, y entonces trata de dar un estatus similar a sus controvertidas ideas sobre el comportamiento empírico del planeta, describiéndolas bajo la lógica necesaria del mismo lenguaje.

4. *Uniformidad de estado o antiprogresismo*. El cambio no solamente se da de manera majestuosa y uniforme a lo largo del tiempo y del espacio, sino que además la historia de nuestro planeta demuestra que no sigue ningún vector específico de progreso que se halle dispuesto en alguna dirección inexorable. La apariencia y el comportamiento de nuestro planeta siempre han sido como lo son ahora ⁵. El cambio es continuo, pero no lleva a ninguna parte. La

⁵ Igual que Hutton, Lyell renuncia a hacer especulaciones sobre el principio y el fin en sus extremos más remotos. Esos momentos deben, por supuesto, apartarse de

tierra se halla en equilibrio o, dicho de otra manera, en un dinámico estado uniforme; por tanto, podemos basarnos en su *orden* actual (no sólo en sus leyes y en las proporciones de sus cambios) para inferir su pasado. La tierra y el mar, por ejemplo, cambian de posición en un baile sin fin, pero siempre manteniendo las mismas proporciones. Volcanes, inundaciones y terremotos han causado estragos con la misma frecuencia y extensión a través de todos los tiempos. En la tierra no ha habido un primer período donde las convulsiones fueran más intensas.

Lyell quiso extender su idea de uniformidad de estado a la naturaleza de la vida. Las especies son entidades reales, con un punto de partida en el espacio y en el tiempo, una duración definida y una previsible extinción. Ni el inicio, ni la extinción de las especies, se concentran en repentinos episodios de muerte en masa o destrucción radiactiva, sino que se distribuyen uniformemente en el tiempo y en el espacio —otro caso de uniforme estado dinámico, donde, si algo entra, algo tiene que salir, manteniendo así un equilibrio—. Va más lejos, y afirma que el ritmo de inserciones en este equilibrio no muestra progreso en complejidad ni organización, ni avance en la cadena del ser. Lyell argumenta (ver páginas 157-159) que los indicios de progreso en los orígenes estratigráficos (por ejemplo, en la historia de los vertebrados, partiendo de los peces, la evolución a reptiles, mamíferos, y por último, humanos) son mera ilusión. Lyell pensaba que habían existido mamíferos durante los más antiguos tiempos del Paleozoico, y que en futuras exploraciones se acabaría descubriendo sus restos fósiles en estas antiguas rocas.

La extensión que hace Lyell de su cuarta noción de uniformidad a la naturaleza de la vida resulta, para muchos autores, excesivamente confusa. Podemos apreciar el sentido de una reivindicación para la idea de uniformidad de estado en el mundo físico, pero sabemos con seguridad que en lo que respecta a la vida, los cambios deben tener una dirección de progreso. Lyell se basaba en un vínculo directo y necesario entre el mundo físico y la vida. Mantenía que las especies aparecieron (por la mano de Dios o por alguna causa secundaria desconocida) en perfecta adaptación a su entorno físico. Cualquier mutación de progreso en la naturaleza de la vida sería

la idea de uniformidad de estado; la ciencia se muestra incapaz de abarcarlos. Las uniformidades deben aplicarse dentro del vasto panorama del tiempo inscrito en el registro de la geología.

solamente un reflejo de algún cambio en el ambiente físico. Dado que la uniformidad de estado incluye el clima y la geografía, la vida debe participar también de esta danza sin dirección.

Lyell defendió su noción de uniformidad de estado con las mismas estrategias retóricas que aplicó en la defensa del gradualismo —apoyó su dudosa y controvertida teoría sobre la naturaleza de las cosas en los cánones metodológicos que todos los científicos admitían, y así intentaba asegurar un estatus *a priori* para el ciclo del tiempo como un componente de racionalidad necesario por sí mismo.

Consideremos dos ejemplos. Lyell frecuentemente argumentaba en contra de las teorías direccionales no simplemente por citar algún opuesto, sino porque mantenía firmemente que aquellos planteamientos sobre un planeta diferente en el pasado eran ininteligibles, y además se hacía imposible su investigación. También rechazó la vieja teoría neptuniana, en la que se hablaba de un gran depósito original a partir de un océano universal, y ni siquiera llegó a discutirla por las evidencias estratigráficas, sino que la rechazó porque en principio esta teoría defendía un estado diferente al actual en los primeros tiempos del planeta:

Si fuera cierto que, en determinados períodos del pasado, las rocas y la peculiar composición de los minerales resultaron de una precipitación simultánea sobre el suelo de un «océano universal», como si se tratara de cubrir a todo el planeta con una serie de capas concéntricas, entonces, para la geología, la determinación de datos relativos sería una de las tareas más simples. Y aún se puede ver más claro, los fenómenos se habrían dado con dificultad, o, mejor dicho, no se podrían haber dado. Además tal representación implicaría un estado inicial del planeta en nada parecido al que ahora contemplamos (III, 37-38).

En la más impactante de todas las declaraciones de Lyell, se esboza una serie de tácticas por si apareciese alguna evidencia de cambio direccional en la historia del planeta:

Cuando nos vemos incapaces de explicar evidencias que denotan cambios en el pasado, lo más probable siempre es que la dificultad arranque de nuestra ignorancia sobre todos los agentes existentes, o de todos sus posibles efectos en un indefinido lapso de tiempo, y no de que esa causa inicialmente operativa haya dejado de actuar; y si en alguna parte del globo pareciese que la energía de alguna causa se desvanece, lo más probable siempre sería que esa disminución de intensidad fuese un fenómeno meramente local, de

manera que si considerásemos el globo en su totalidad, encontraríamos la intensidad de esa causa intacta. Y debemos de reconocer, como inequívocas pruebas lo demuestran, que determinados agentes han sido, en ciertos períodos del tiempo pasado, instrumentos modificadores de toda la superficie de la tierra mucho más potentes de lo que lo son ahora; y resulta más consistente con la cautela filosófica, suponer que tras un período de quiescencia recobrarán su vigor original, que pensar que haya que registrarlos como instrumentos agotados (I, 164-165).

Este párrafo lo he citado durante años, y nunca ha dejado de asombrarme. Empieza con una aceptable declaración sobre la segunda noción de uniformidad, para después introducirse en reivindicaciones esenciales sobre la idea de uniformidad de estado. Y finaliza con la aserción de Lyell de que deberíamos rechazar cualquier cambio direccional, aunque tengamos «inequívocas pruebas... sobre toda la superficie del planeta», porque tenemos el derecho de anticipar que cualquier causa aparentemente mermada, en un futuro, recobrá su intensidad original.

¡Por favor, que se levante el verdadero catastrofismo!: la solución a la paradoja de Agassiz

Esta interpretación puede resolver la reacción personal de Agassiz ante las palabras de Lyell. Agassiz no vivió el entorno profesional de la geología en 1830 como un enfrentamiento entre científicos empiricistas y teológicos apologistas. Como buen colega científico, Agassiz aceptó las nociones metodológicas de uniformidad sobre las leyes y los procesos. Como catastrofista que veía la historia de los vertebrados bajo la luz de un progreso, rechazó las ideas de uniformidad esencial sobre la proporción y el estado. Supo equilibrar el elogio de Lyell por su poderosa, bella y hábil defensa de un método adecuado, sin exagerar las tensiones por su amplio desacuerdo sobre el comportamiento de la tierra —científicos de entonces y de ahora, reconocemos que su profesión se caracteriza por un modo específico de investigar, y no por sus variables percepciones de la verdad empírica.

Igual que ahora tenemos nuestro Von Danikens, nuestros «científicos» creacionistas, y nuestros reparadores de la Fe, en los tiempos de Lyell la ciencia también se sentía asediada por un entorno de

charlatanes y reaccionarios, que, además, frecuentemente ostentaban el poder de muchos de los pilares públicos. Por tanto Agassiz dio su más calurosa bienvenida a esa elegante defensa que hacía Lyell de un método científico —«la obra más importante... desde que (la geología) merece el nombre que lleva». Una vez que desechamos la versión panfletaria que enfrenta la iluminación científica de Lyell con la oscuridad teológica de Agassiz, y vemos cómo las percepciones individuales de cada uno les llevan a compartir un campo esencial, no nos sorprende en absoluto que a continuación del gran elogio de Agassiz aparezca una crítica tan particular. La dicotomía de Lyell, exagerada por los muchos tratados panfletarios que aparecieron a continuación, presenta una taxonomía que no habría sido aceptada, y ni siquiera reconocida, por la mayoría de sus contemporáneos. Cualquier división inicial entre defensores y detractores de la clasificación de Agassiz hubiera situado a Agassiz al lado de Lyell.

Para evidenciar el apoyo de los catastrofistas a las nociones de uniformidad metodológica sobre leyes y procesos, vamos a considerar a dos importantes «villanos» de la versión panfletaria, dos autores genéricamente desprestigiados como enemigos de la ciencia moderna. Ya he demostrado en el capítulo 2 cómo la adherencia incondicional de Burnet a la idea de uniformidad para las leyes, además de definir su concepto sobre la naturaleza de la tierra, sirvió como fuente de inspiración para todas esas conjeturas fantasiosas, por las que, en los tratados modernos, su reputación se vino abajo. Para Burnet la Biblia era literalmente verdadera. Como estaba dispuesto a admitir que los milagros eran los agentes que operaban los cambios en el planeta, se podría esperar que sus explicaciones fueran aún más curiosas que las del Génesis. Pero su compromiso con la idea de uniformidad de la ley, le obligaba a interpretar, hasta el más elaborado de los relatos bíblicos, según las nociones de la física newtoniana —y claro, en tal esfuerzo, se veía obligado a recurrir a importantes y poderosas fantasías sobre los orígenes del agua y la formación de la topografía—. Pese a esto, Burnet, en el terreno de la metodología, se mostraba opuesto a admitir la creación divina de aguas para el Diluvio, e incluso llegó a utilizar la metáfora del párrafo más conocido de Lyell (ver página 130) para defender la uniformidad de las leyes: «En resumen lo que dice es que Dios Todopoderoso creó las aguas con el propósito de hacer el Diluvio... Y esto es, en pocas palabras, todo el relato de los hechos. Se trata de cortar el nudo cuando somos incapaces de desatarlo» (Burnet, 33).

El geólogo francés Alcide d'Orbigny, que ha pasado a la historia como el catastrofista más estrafalario de los contemporáneos a Lyell, describió unos veintiocho episodios de paroxismo global, marcados por volcanes, maremotos y emisiones de gases venenosos, con la subsiguiente aniquilación de todo signo de vida. Y d'Orbigny reconocía el principio de la uniformidad de los procesos. Recomendaba que cualquier investigación partiese siempre de los procesos modernos: «Siempre han existido las mismas causas naturales que ahora vemos actuar... Es indispensable el estudio de los fenómenos del presente para conseguir una explicación satisfactoria de todos los fenómenos del pasado» (1849-1852, 71). Y, con el debido énfasis, estuvo de acuerdo con Agassiz en elogiar a Lyell (aunque reservó los honores más grandes para un compañero paisano suyo): «La feliz idea que nos explica la estratificación de la tierra según causas actualmente operativas, pertenece totalmente Mr. Constant Prevost, que fue el primero en incluirla dentro de un sistema geológico. La ciencia está en deuda con Mr. Lyell, por desarrollar este sistema, apoyándolo en una amplia investigación, tan sabia como ingeniosa» (1849-1852, 71).

Agassiz y D'Orbigny no tenían ninguna queja con respecto al método de Lyell. Todos estaban de acuerdo en que cualquier investigación debía partir de los procesos actuales y que debían agotarse todas las causas presentes antes de considerar causas exóticas o supuestamente extinguidas. La diferencia estaba en los juicios sobre las respuestas del planeta cuando se le aplicaba este método consensuado. Lyell estaba convencido de que las causas actualmente operantes serían suficientes para explicarlo todo sobre el pasado. Agassiz y D'Orbigny vieron en el actualismo un método de sustracción, en el que se identificaba la esencia inmutable dentro de las causas actuales, esclareciendo así aquellos fenómenos que requerían una explicación especial a través de procesos extraños a los actuales.

Sin embargo, D'Orbigny también admitía que las causas modernas servirían de gran ayuda en el entendimiento de los cataclismos del pasado —porque las catástrofes podrían haber sido causadas por las mismas fuerzas que ahora operan, sólo que brutalmente magnificadas en su intensidad—. D'Orbigny argumentaba, por ejemplo, que cualquier cambio topográfico durante un terremoto «sería para nosotros, a pequeña escala, y con efectos mucho menos marcados, el mismo fenómeno que aquellas grandiosas y generales perturbacio-

nes a las que atribuimos el fin de cada una de las eras geológicas» (1849-1852, II, 833-834).

Por tanto, están todos de acuerdo en que la más valiosa de las posibles herramientas para interpretar el pasado sería un buen catálogo que comprendiera todas las variedades, clases, proporciones y extensión de las causas modernas. En este sentido, Lyell nos ha suministrado el mejor compendio jamás elaborado. Creo que fue lo detallado de su catálogo, por encima de toda controversia, lo que ganó para Lyell el caluroso, y gratamente concedido, elogio de catastrofistas como Agassiz.

Ahora vemos que el verdadero debate entre Lyell y los catastrofistas giró en torno a una compleja cuestión de esencia, sin tener ningún enfrentamiento en cuanto a método de investigación. Las ideas de uniformidad esencial de Lyell en cuanto a proporción y estado se combinan para dar lugar a una poderosa visión de un planeta dinámico, en constante movimiento, pero de inmutable apariencia general y complejidad, un majestuoso planeta en el que solamente se representa una modesta escena de todo su drama, sin ninguna concentración de cambios sencillos en episodios globales, y sin la alternancia universal de períodos de tumulto y quiescencia, de construcción y de erosión.

La actitud de Lyell con respecto a James Hutton ilustra la mezcla de sus uniformidades esenciales. Lyell elogió a Hutton por su idea del mundo como una máquina sin dirección, con una sucesión interminable de fases de construcción, erosión, depósito, consolidación y de nuevo construcción —un mecanismo mundial en hermosa armonía con la cuarta noción de uniformidad concerniente al estado—. Pero Lyell criticó la visión de Hutton sobre las etapas de los ciclos como sucesiones globales y, especialmente, por el carácter catastrofista que le daba a los períodos de construcción —una violación de la tercera idea de uniformidad referida a la proporción—. Lyell citó como «uno de los principales defectos» de la teoría de Hutton «el asumir la ausencia de sincronismo en la acción de los grandes poderes antagónicos, la introducción de períodos iniciales en los que los continentes gradualmente se desmoronaban, alternando con períodos en los que, a través de violentas convulsiones, las tierras emergían de nuevo» (II, 196). Lyell insistía, una vez más, en que los desarrollos exuberantes no conducen a nada.

No hay ninguna conexión lógica entre la uniformidad esencial de proporción y la de estado. Se puede perfectamente, como hacía Hut-

ton, postular por la idea de no dirección, a la vez que se defienden períodos catastróficos de construcción. Pero en la visión de Lyell, ambas uniformidades se unen limpia y estrechamente. Más tarde daré el nombre de «majestuoso ciclo de tiempo» a esta unión que hace Lyell de la proporción y el estado, que es la esencia de su concepto del planeta.

La doctrina del «catastrofismo», sólo con su nombre, impugna la tercera noción de uniformidad (la de proporción); por tanto, sus pretendientes podrían adherirse perfectamente a un paroxismo sin dirección. Pero todos los catastrofistas eminentes de la época de Lyell vincularon la uniformidad de estado a la uniformidad de proporción, y negaron ambas. Desde Cuvier, D'Orbigny y Elie de Beaumont en Francia, Agassiz en Suiza (y luego en América), hasta Buckland y Sedgwick en Inglaterra, todos estaban de acuerdo en que la forma predominante de cambio sustancial en los primeros tiempos del planeta había sido el paroxismo ocasional. Estas catástrofes fueron consecuencia directa una direccionalidad, fundamental e inherente, que también era responsable del progresivo incremento en la complejidad de la vida —el enfriamiento del planeta—. El vínculo entre catástrofe y dirección era tan estrecho, que historiadores como Martin Rudwick eligieron llamar a esta teoría «la síntesis direccionalista».

Los catastrofistas de la época de Lyell eran grandes científicos, no los vestigiales traficantes de milagros que Lyell describía dentro de su retórica, y basaron su característica conexión entre dirección y catástrofe en teorías físicas y cosmológicas muy respetables. En esencia, la tierra se había formado caliente (en un estado fundido o gaseoso), como se postula en la nebulosa hipótesis de Kant y Laplace, que entonces era la teoría más aceptada sobre el origen de nuestro sistema solar. Y siguiendo los dictados de la física de los grandes cuerpos, la tierra tendría que enfriarse uniformemente a lo largo del tiempo. La tierra al enfriarse se contrae. La parte más externa de la corteza se solidifica, mientras que el interior continúa siendo una masa fundida que se sigue contrayendo, «arrancándose» de la superficie rígida. Esta contracción crea una inestabilidad, cada vez más severa, hasta que la parte rígida de la corteza se rompe, colapsándose en los huecos que ha dejado la contracción interna. Los intermitentes paroxismos de la tierra no son otra cosa que estos momentos geológicos de violento reajuste que, además, explican multitud de fenómenos empíricos, como la distribución lineal de las

cadenas montañosas, por roturas en las contracciones. Y como la vida se adapta a su entorno, las condiciones más duras que han determinado el enfriamiento del planeta han engendrado criaturas más complejas y con mayor capacidad de adaptación.

¿Cómo respondió Lyell a esta convincente teoría de la tierra y de la vida? En parte, reaccionó como mandan los cánones de la ciencia, defendiendo su propia visión con evidencias y argumentos teóricos (ver la próxima sección de este capítulo). Pero también contraatacó, utilizando la misma retórica que le brindó el éxito, y con la que aseguró su historia panfletaria de la geología: de nuevo confundió fenómeno y procedimiento, argumentando que las reivindicaciones esenciales del catastrofismo son ininteligibles en principio, porque todos los científicos aceptan las nociones metodológicas de uniformidad de ley y de proceso.

Lyell empieza su ataque a la física del catastrofismo que defiende Elie de Beaumont en la introducción histórica a su capítulo «sobre lo que causa las vicisitudes del clima» (I, 7). De nuevo, Lyell se obsesiona en denunciar que partir de causas para el planeta original distintas a las actuales es iniciar un camino equivocado para entender los cambios geológicos referidos al clima. Tacha de malvados a los «cosmogonistas», que «se han aprovechado de la situación, como hacen siempre que se plantea un problema que la geología no ha resuelto, introduciendo sus visiones sobre un período en el que las leyes de todo lo animado e inanimado eran totalmente distintas a las actualmente establecidas» (I, 104). Como ilustración, Lyell escoge, entre las ideas viejas y desacreditadas, la más estrafalaria de todas, la idea de Burnet sobre el cambio en la inclinación del eje de la tierra que siguió al Diluvio. Y, con asombrosa facilidad, pasa de estas abandonadas fantasías a las muy respetables nociones sobre el enfriamiento direccional que sufre la tierra a partir de su estado fundido inicial; y manipula las palabras para meter en el mismo molde las bases físicas del catastrofismo contemporáneo, y conceptos, ahora desacreditados, como los referentes a colisiones entre cometas; marcando de esta manera lo mejor de la física de su tiempo como una vana especulación. Lyell, en el terreno metodológico, rechaza la idea del enfriamiento direccional *a priori*:

Cuando el avance de la ciencia astronómica consiguió rebatir esta teoría (los cambios axiales de Burnet), se asumió que la tierra en los tiempos de su creación se hallaba en un estado fluido y al rojo vivo, y que desde entonces

siempre había estado enfriándose, sufriendo la lógica contracción dimensional, y adquiriendo una corteza sólida —se trata de una hipótesis igual de arbitraria, pero mejor calculada para no perder popularidad, porque al llevar el pensamiento al principio de todas las cosas, no se requiere el apoyo de las observaciones ni de hipótesis ulteriores—. Al conformarse con esta solución, automáticamente quedan exentos de la necesidad de investigar según las leyes del presente, como la que, por ejemplo, regula la difusión del calor por la superficie; porque, por muy bien que se investigasen, posiblemente nunca podrían aportar un esclarecimiento completo y exacto de los cambios internos en un mundo embrionario (I, 104-105).

Y Lyell da sus propias recomendaciones:

Pero si, en lugar de plantear vagas conjeturas sobre cuál podría haber sido el estado del planeta en los tiempos de su creación, ponemos firmemente nuestro pensamiento en las conexiones que en el presente se establecen entre el clima y la distribución del mar y de la tierra... tal vez podríamos aproximarnos a una teoría verdadera. Y si todavía quedara alguna duda, deberíamos achacarla a nuestra ignorancia sobre las leyes de la naturaleza, y no a las especulativas revoluciones de su economía; esto nos estimularía a una investigación de mayor alcance, y no caeríamos en la tentación de admitir nuestras fantasías para enmarcar sistemas imaginarios en el gobierno de los mundos nacientes (I, 105).

Más tarde (III, 24), Lyell volverá a atacar a Elie de Beaumont, esta vez porque sus «sucesivas revoluciones... no pueden achacarse a fuerzas volcánicas normales, sino que podrían depender del secular enfriamiento del interior de nuestro planeta» (III, 338-339). Lyell reafirma su preferencia por una condición móvil del calor interno, una energía constante a lo largo del tiempo, pero cambiante de un lugar a otro dentro de la superficie de la tierra —porque esta idea favorece «la reiterada recurrencia de pequeñas convulsiones», más que una inaceptable «violencia paroxística» (III, 339). Realmente Lyell no ataca a Elie de Beaumont con hechos que soporten su idea de uniformidad de estado, sino que lo hace con la queja de que el direccionalismo es anticientífico («extremadamente misterioso»):

La especulación que hace M. de Beaumont sobre la «refrigeración secular» del núcleo interno del planeta, considerándola como la causa del instantáneo levantamiento de las cadenas montañosas, nos parece extremadamente misteriosa, y sin fundamento ninguno en ideas que se puedan inducir a partir de los hechos; mientras que está demostrado que la acción intermitente del

calor subterráneo es una causa capaz de originar los levantamientos y hundimientos de la corteza de la tierra, sin tener que interrumpir el reposo *general* de la superficie habitable (I, 339).

Pero, ¿qué es lo inherentemente deseable de las causas que respetan el reposo general de la superficie?

Lyell y los catastrofistas estaban bloqueados en un fascinante debate sobre la naturaleza de nuestro planeta, no en una riña sobre los aspectos metodológicos de la uniformidad. En este conflicto se enfrentaba la idea de los catastrofistas sobre una historia direccional, dirigida vectorialmente hacia climas más fríos y formas de vida más complejas, y eventualmente alimentada por catástrofes ocasionales; frente a las ideas de Lyell sobre un mundo en constante movimiento, pero inmutable en cuanto a su naturaleza y a su estado, donde los cambios se producen poco a poco en un constante danzar hacia ninguna parte. Este debate, tan perdido en el triunfo de la retórica de Lyell, contiene la mayor batalla jamás librada entre los conceptos de la flecha del tiempo y del ciclo del tiempo.

La defensa de Lyell del ciclo del tiempo

El método característico de Lyell de explorar detrás de las apariencias

Puede que el trabajo de Lyell esté inundado de retórica, pero es, como ha observado adecuadamente Agassiz, un tour de force intelectual relleno de sustanciosos argumentos de gran interés.

Lyell y sus oponentes catastrofistas difieren no sólo en su interpretación del registro geológico, sino también en su acercamiento básico a los hechos naturales. A la luz del tizón de Lyell, marcando a sus oponentes como antiempíricistas dedicados a la especulación de sillón, sus diferencias en el acercamiento presentan una de las mayores ironías en la historia de la ciencia.

La lectura literal, entonces y ahora, del registro geológico es principalmente una historia de transiciones abruptas, al menos en áreas localizadas. Si los sedimentos indican que los ambientes cambian del terrestre al marino, normalmente no encontramos una serie insensiblemente graduada de estratos, indicando mediante el tamaño del grano y el contenido de la fauna que los lagos y los ríos han dado

lugar a océanos de profundidad creciente. En muchos casos, todos los estratos marinos reposan directamente encima de las capas terrestres, sin signos de una transición suave. El mundo de los dinosaurios no da lugar gradualmente al reino de los mamíferos; en su lugar, los dinosaurios desaparecen del registro en aparente acuerdo con la mitad de las especies de los organismos marinos en una de las cinco mayores extinciones de la historia de la vida. Las transiciones de la fauna, leídas literalmente, son casi todas abruptas, tanto de unas especies a otras ⁶ como de unas biotas * a otras.

El método característico del catastrofismo, promulgado prácticamente por Cuvier, era literalismo empírico; un acercamiento diametralmente opuesto a la injusta caracterización de Lyell de estos científicos como especuladores opuestos a los hechos naturales. Los catastrofistas tendían a aceptar lo que veían como la realidad: las transiciones abruptas de los sedimentos y de los fósiles indicaban cambios rápidos del clima y de la fauna. La defensa del catastrofismo radicaba en la lectura más directa (o mínimamente «interpretada») de los datos geológicos.

Lyell no negaba esta evidencia de brusquedad aparente; es decir, no defendía la uniformidad de proporción mencionando distintos hechos directos en favor de las transiciones graduales. No podía, ya que el registro literal habla demasiado fuertemente a favor de la discontinuidad. En cambio, fundamentó la uniformidad de proporción con un argumento brillante para «explorar detrás» de las apariencias literales e intentó encontrar la señal del verdadero gradualismo en un registro muy repleto de imperfecciones sistemáticas y que por transiciones imperceptibles terminan degradándose a pedacitos y partes de una transición aparentemente brusca.

No quiero recrearme en este análisis para «presentar» a Lyell como menos empírico o menos orientado al trabajo de campo que sus oponentes catastrofistas. No hallo particularmente ventajoso el literalismo empírico y generalmente apoyo el acercamiento de Lyell para equilibrar hechos y teoría en un mundo complejo e imperfecto. Precisamente, encuentro deliciosamente irónico que la leyenda pregone la victoria de Lyell como un triunfo del trabajo de campo,

⁶ Niles Eldredge y yo hemos desarrollado la teoría del equilibrio puntuado para explicar estas transiciones entre especies como un reflejo exacto de los trabajos de la evolución, no como modelos de un registro fósil imperfecto.

* Biota = conjunto de todos los seres vivos de una región. [N. del T.]

mientras que los catastrofistas fueron los verdaderos campeones de un registro geológico leído tal como se ve directamente. Lyell, por el contrario, recomendó encarecidamente que la teoría (las uniformidades principales de proporción y estado) se imponga sobre el registro literal para interpolar en éste lo esperado por la teoría pero que los datos imperfectos no proporcionan.

Hacia el principio de su primer volumen, Lyell admite la apariencia literal de la catástrofe como predominante en geología:

Las marcas de las convulsiones originales en todas partes de la superficie de nuestro planeta son obvias y notables... Si dichas apariencias se identifican a la primera, parece natural que la mente deba llegar a la conclusión no sólo de poderosos cambios en las eras del pasado, sino de períodos alternativos de reposo y desorden; de reposo cuando los animales fósiles vivían, crecían y se multiplicaban; de desorden, cuando los estratos donde fueron enterrados se transfirieron desde el fondo del mar al interior de los continentes y formaron parte de altas cadenas montañosas (1,7).

Para fundamentar la tercera uniformidad (de proporción) ante dicho reconocimiento, Lyell usa dos argumentos, ambos basados en exploraciones «detrás de lo aparente». Primero argumenta que los registros locales no pueden extrapolarse a amplias regiones ni a la totalidad del globo. Por ejemplo, la transición abrupta en una sección puede reconciliarse con un mundo en equilibrio si encontramos cambios opuestos en otros lugares al mismo tiempo. «No cabe duda de que los períodos de perturbación y reposo se han sucedido mutuamente en cada región del globo, pero puede ser igualmente cierto que la energía de los movimientos subterráneos siempre haya sido uniforme al considerar la totalidad de la Tierra» (I,64).

Segundo, usando la metáfora de su libro (adoptada posteriormente por Darwin para defender el gradualismo en los registros fósiles), Lyell argumenta que los cambios lentos y continuos se degradarán en cambios bruscos en tanto que se conservan cada vez menos etapas; como si del libro original sólo se conservase un registro imperfecto de unas pocas páginas, de las páginas unas pocas líneas, de las líneas unas pocas palabras y de las palabras unas pocas letras. En palabras de Darwin:

Por mi parte, siguiendo la metáfora de Lyell, veo el registro geológico natural como una historia del mundo imperfectamente conservada y escrita en un dialecto cambiante; de esta historia sólo poseemos el último volumen,

concerniente sólo a dos o tres países. De este volumen sólo aquí y allá se ha conservado un breve capítulo; y de cada página sólo aquí y allá unas pocas líneas (1859, 310-311).

Lyell desarrolla este tema central de imperfección en una metáfora doble (III, cap. 3). Compara el continuo origen y extinción de especies con el nacimiento y la muerte en las poblaciones humanas. Hace corresponder la conservación de los estratos geológicos a los registros censales. La apariencia de un verdadero gradualismo o de una catástrofe ilusoria depende de la densidad de información conservada. Si una nación contiene sesenta provincias y se elabora un censo completo cada año en cada una de ellas, entonces el registro conservado se igualará al carácter real del cambio lento y continuado. Pero supongamos que un gobierno empobrecido o aturdido sólo pueda emplear un equipo de agentes censales que, como mucho, sólo puedan visitar una provincia al año. Entonces los registros para cada provincia, espaciados entre sí sesenta años, desplegará un cambio casi completo de la población de una situación registrada a la siguiente; aparece una catástrofe ilusoria cuando la continuidad se muestra con demasiada dispersión. Por supuesto, los registros geológicos son incluso más escasos y erráticos. Los «agentes censales» geológicos no muestrean en una rotación estricta; algunas áreas permanecen «sin visitar» durante grandes intervalos de tiempo, mientras que registros debidamente elaborados podrían destruirse por una erosión subsiguiente. Lyell concluye que el registro literal de los cambios catastróficos en la fauna representa realmente un cambio continuo de la vida filtrado a través de las leyes de la sedimentación esporádica: «Si admitimos este tren de razonamiento, la frecuente discontinuidad entre los restos fósiles, en formaciones inmediatamente en contacto sería una consecuencia necesaria de las leyes existentes de deposición sedimentaria, acompañada de los nacimientos y muertes graduales de las especies» (III, 32-33).

Lyell entonces cambia las metáforas para ilustrar el importante corolario de que los signos de una perturbación en una transición ilusoria no necesita resistir la relación a las causas reales del cambio. Supongamos que una erupción moderna del Vesubio enterrase una ciudad italiana sobre Herculano. El cambio brusco en el lenguaje y en la arquitectura, tal como se vería en el registro arqueológico, no sólo sería ilusorio, sino también carecería de toda relación con la catástrofe de la erupción volcánica.

Así como Lyell defendió el gradualismo explorando detrás de la apariencia literal de la catástrofe, él fundamenta la segunda uniformidad especial (de estado) con un reconocimiento y resolución similar. Da también por sentado que varios vectores de cambio direccional recorran el registro geológico leído literalmente. Las rocas antiguas tienden a ser más densas, duras y más alteradas por la presión y el calor. Los climas (al menos en el hemisferio norte) se han hecho más severos, como lo indican los sedimentos y los fósiles que contienen. La vida misma (al menos para los vertebrados) ha pasado a ser más compleja. Lyell argumenta que cada vector aparente es una ilusión producida por los sesgos direccionales de la conservación actuando en un mundo uniforme en estado estacionario.

Lyell cuenta nuevamente con una metáfora para expresar esos cruciales y (entonces) poco familiares argumentos. Supongamos que un coleccionista de insectos embarcase especímenes desde una tierra tropical hacia Inglaterra, con un transporte mínimo de dos meses, y supongamos que estos organismos viven poco más de dos meses (y no se reproducen en cautividad). Los ingleses sólo los verían adultos. Del mismo modo, las rocas antiguas están frecuentemente deformadas y metamorfoseadas, y las jóvenes están depositadas suavemente y son menos densas. Muchos geólogos han contemplado este cambio direccional en los estratos como un signo de una intensidad decreciente de las fuerzas geológicas, quizá el sello del enfriamiento de la tierra. Pero Lyell argumenta, mediante su metáfora entomológica, que las fuerzas de sustentación y consolidación podrían ser invariables a través del tiempo, tal como lo requiere la uniformidad de estado. En la medida que la roca sea antigua, la mayor duración podría requerir fuerzas constantes de alteración, y la mayor cantidad, podría proporcionar endurecimiento y deformidad. Sólo las rocas antiguas están tan alteradas, precisamente así como cuando todos los insectos que llegan a Inglaterra son adultos; pero del mismo modo como el ciclo de la vida del escarabajo fluye de la larva al adulto en su tierra nativa, también las rocas son hechas continuamente en las entrañas de la tierra, aunque sólo reciben la impronta de la deformación y la metamorfosis cuando se mueven hacia la superficie a través del tiempo: «Si el poder perturbador de las causas subterráneas se ejercieran con intensidad uniforme en cada período sucesivo, la cantidad de convulsión sometida mediante grupos diferentes de estratos será generalmente mayor en proporción a su antigüedad» (III, 335). En otras palabras, la dirección es una ilusión,

en tanto que las rocas antiguas reciben una mayor «atención» de las fuerzas constantes del ciclo del tiempo.

El caso peor como la prueba crucial: las exploraciones de Lyell detrás de las apariencias para negar la progresión en la historia de la vida

Muchas de las grandes concepciones tienen pruebas cruciales o imperfecciones trágicas. El registro paleontológico desempeñó este doble papel de acicate y pesadilla a lo largo de la carrera de Lyell al intentar la validación de su concepción del majestuoso ciclo del tiempo. El problema se establece sencillamente así: ningún otro aspecto de la geología parece tan claramente progresivo en nuestro sentido vernáculo normal; especialmente dado nuestro desmedido interés por nosotros mismos, nuestras presuntuosas convicciones sobre la superioridad humana y la restricción de los fósiles humanos al último microsegundo del tiempo geológico.

El registro de los invertebrados podría leerse fácilmente a la luz del ciclo del tiempo, ya que aparecen muchos proyectos anatómicos aproximadamente hacia el mismo tiempo en los estratos fosilíferos más antiguos (tal como se sabía en tiempos de Lyell). ¿Pero cómo podrían negarse las apariencias de progreso (al menos en el sentido restringido de incrementar la proximidad taxonómica al *Homo sapiens*) como una realidad en el registro de los vertebrados? Primero vienen lo peces, luego los reptiles, los mamíferos y finalmente los artefactos humanos en lo más alto del conjunto estratigráfico. Los paleontólogos han investigado asiduamente los restos de los vertebrados. ¿Podría también adscribirse esta apariencia literal a la incompletitud del registro? Lyell cita a sir Humphrey Davy acerca de la apariencia literal en tanto que refutando las uniformidades de estado y de proporción: «Aquello parece, como de hecho lo fue, una aproximación gradual al sistema actual de las cosas y una sucesión de destrucciones y creaciones preparatoria para la existencia del hombre» (I, 145).

Lyell responde a este gran reto en el capítulo 9 del volumen I: «considerada la teoría del desarrollo progresivo de la vida orgánica, las evidencias en su fundamentación son totalmente inconcluyentes». El divide el ataque a la uniformidad en dos cuestiones separadas que requieren respuestas diferentes: «Primero, que en los sucesivos gru-

pos de estratos, desde los más antiguos a los más recientes, hay un desarrollo progresivo de la vida orgánica, desde las formas más simples a las más complejas. Segundo, que el hombre es de origen comparativamente reciente» (I,145). La primera afirmación, argumenta, «no se fundamenta en hechos»; la segunda, aunque «indisputable», no es «inconsistente con la suposición de que el sistema del mundo natural haya sido uniforme.... desde la era en que se formaron las rocas más antiguas hasta ahora descubiertas» (I, 145).

Lyell usa dos tipos de argumentos para refutar la primera afirmación de que los vertebrados desfilan por la escalera de la vida en orden estratigráfico. Estos dos argumentos podrían no establecer una contradicción formal; pero ciertamente ilustran la complacencia de Lyell para explotar los dos lados de una debilidad potencial.

Primer argumento. Los vertebrados superiores también estuvieron presentes en los primeros estratos, pero todavía no hemos encontrado sus restos. Lyell invoca aquí su argumento más característico: la apariencia de progreso es causada por sesgos direccionales en la conservación, no por las tendencias progresivas en la historia real. En primer lugar, el progreso aparente no es tan marcado o tan omnipresente. Los peces complejos aparecen en los primeros estratos, los reptiles poco después y aún en las rocas antiguas (ahora denominadas paleozoicas). La evidencia a favor del progreso es totalmente de tipo negativo: únicamente la ausencia de aves y mamíferos en las rocas paleozoicas. Las aves son tan difíciles de fosilizarse que sesgan las mejores conservaciones en las rocas más recientes y podrían restringir sus restos a los estratos posteriores incluso aunque hubieran vivido realmente en la época paleozoica con las abundancias actuales.

Lyell no podía evocar el mismo argumento para los mamíferos, ya que sus huesos más densos y masivos fosilizan más fácilmente. Así que invocó dos sesgos de descubrimiento para argumentar que los mamíferos paleozoicos abundaron, pero que no se han encontrado sus fósiles. Nuestras exploraciones se han restringido a Europa y Norteamérica, un pequeño segmento del globo. Esta región fue el centro de un océano durante el Paleozoico, lejos de cualquier continente que pudiera proporcionar cadáveres flotando. Al fin y al cabo, podríamos dragar una gran zona equivalente en el océano Pacífico actual y no encontrar signos de vida mamífera:

Deben ser raras las casualidades por las que los cuadrúpedos terrestres sean

barridos por ríos y torrentes al mar. Y todavía debe ser más rara la contingencia de que dicho cuerpo flotante no fuese devorado por los tiburones.... Pero si el cadáver escapase y se hundiese donde el sedimento estuviera acumulándose y si las numerosas causas de la desintegración subsiguiente no borrasen durante innumerables años todas las huellas dejadas por el cuerpo en la roca sólida, ¿no es contrario a todo cálculo de probabilidades el que diésemos con el sitio exacto?, ¿en qué punto concreto en el lecho del antiguo océano fue sepultada la preciosa reliquia?

Pero la carta de triunfo de Lyell fue un descubrimiento empírico, no un argumento verbal. Treinta años antes, el registro fósil de los mamíferos había proporcionado, incluso, mejores signos de progreso aparente, pues sus restos habían estado totalmente confinados a las rocas más tardías, o terciarias. No se había encontrado ninguno de dichos restos en todo el sustrato intermedio, ahora llamado Mesozoico y popularmente conocido como la era de los dinosaurios. Pero hacia 1930, se descubrieron unos pocos mamíferos pequeños en medio de los estratos mesozoicos. Si el Mesozoico había empezado a ser explorado exhaustivamente, ¿podrían seguirle de lejos las viejas rocas paleozoicas?

Segundo argumento. Quizá los vertebrados superiores no hayan vivido realmente durante la primera época de los peces y los reptiles primitivos, pero su ausencia es una consecuencia reversible y contingente del cambio climático y no la marca de un vector de progreso inexorable.

Siguiendo la vieja advertencia del guerrero de que uno debe estar preparado para todas las contingencias, Lyell se ciñe en la defensa del ciclo del tiempo incluso aunque no se encontrasen nunca los mamíferos del Paleozoico y el vector del progreso aparente se confirmase. Si aceptamos la dudosa premisa de que todas las especies logran una perfecta adaptación a los entornos prevaecientes, entonces el vector de progreso podría tener dos interpretaciones, una nefasta para el ciclo del tiempo y otra consistente. El progreso en la vida de los vertebrados podría significar, como afirman los catastrofistas, que nuestro planeta se ha ido enfriando continuamente y que la vida más compleja se ha ido desarrollando para soportar la dureza de los climas a partir de los tropicales, menos rigurosos. Pero Lyell rechaza esta interpretación con su florida retórica usual: «En nuestra ignorancia de los orígenes y naturaleza del fuego volcánico, parece más consistente con la prudencia filosófica asumir que no hay inestabilidad en esta parte del sistema terrestre». (¿Pero por qué urge la

prudencia cuando los vectores de enfriamiento son consistentes con la mejor física y cosmología de la época de Lyell?)

O bien, la ausencia de mamíferos paleozoicos podría significar que un enfriamiento en el hemisferio norte desde la era Paleozoica registró un cambio contingente y reversible a una proporción mayor de tierra que de mar (ver la sección siguiente para detalles del argumento de Lyell sobre los vínculos del clima en relación a las posiciones y cantidades de tierra y mar):

Ya hemos mostrado que cuando el clima era más caliente, el hemisferio norte estaba, en su mayor parte, ocupado por el océano, pero nos queda señalar que la refrigeración no llegó a ser considerable hasta que una enorme porción de dicho océano se convirtiese en tierra; ni siquiera hasta que en algunas partes se sustituyera por altas cadenas montañosas (I, 134).

Las tendencias climáticas originadas por la danza cambiante de tierra y mar (más que por el enfriamiento inexorable del interior de los planetas) son temporales y reversibles. La uniformidad del estado físico sugiere que cualquier tendencia regional a una mayor continentalidad (y, consecuentemente, un aumento del frío) eventualmente se invertirá, ya que la tierra y el mar están continuamente cambiando de posiciones, aunque manteniendo siempre sus proporciones relativas a escala global. El hemisferio norte está ahora en «el invierno del “gran año”, o ciclo geológico»; pero es esperable que el futuro traiga «las condiciones requeridas para producir el máximo de calor, o el verano de dicho año» (I, 116).

La vida, digámoslo una vez más, sigue a los climas. Si el paso del verano al invierno del gran año ha traído un progreso para la vida de los vertebrados en el hemisferio norte, el regreso del verano consiguiente debe engendrar un resultado más curioso. Vayamos, por tanto, al pasaje más estruendoso de todo su *Principios*; la línea que marca a Lyell como un teórico dedicado a la consistencia, no siempre limitado a lo empírico (como dice la leyenda); la conjetura es tan *outré* (incluso para los contemporáneos de Lyell) que De la Beche la captó en una caricatura, mientras Frank Buckland, incapaz de asir este curioso contexto, lo interpretó como una burla sobre su padre más que como una mordaz alusión irónica sobre Lyell; el sujeto de la portada y de la primera sección de este capítulo. Y así, una vez más con emoción: «Entonces podrían volver dichos géneros de animales, cuya memoria se ha conservado en las antiguas rocas

de nuestro continente. El enorme iguanodón podría reaparecer en los bosques y el ictiosauro en el mar, mientras que el pterodáctilo podría volar de nuevo a través de los resentidos bosques de helechos» (I, 123).

Pero a pesar de lo celosamente que Lyell exploraba detrás de las apariencias para imponer la uniformidad de estado sobre el registro aparente del progreso de los vertebrados, no pudo (o no se atrevió) extender este argumento a nuestra propia especie. Los humanos son especiales, los humanos son diferentes. El mundo intelectual se llena de sistemas que fuerzan a la consistencia hasta los confines de la tierra y los límites de la racionalidad, pero entonces se detiene y hace una excepción para la unicidad humana. Lyell sigue esta tradición y planta una valla alrededor del *Homo sapiens*.

Lyell observa, de manera totalmente adecuada, que a menudo tomamos demasiado de nosotros mismos y que nuestros cuerpos físicos son efectivamente pobres e imperfectos, que no despliegan la marca del progreso en nuestra tardía aparición: «si la organización del hombre fuese tal como la conferiría una decidida preeminencia sobre él, incluso si fuese privado de su poder de razonamiento.... podría entonces suponersele como un eslabón en una cadena progresiva» (I, 155).

Incluso nuestra fuerza de la razón no puede permanecer como un poder de la naturaleza:

Forzamos al buey y al caballo a trabajar para nosotros y privamos a la abeja de su almacén; pero, por otro lado, logramos la buena cosecha con el sudor de nuestra frente que después es devorada por miríadas de insectos y frecuentemente somos tan incapaces de detener sus depredaciones como con un terremoto o con el curso de un río de lava hirviendo (I, 162).

Lyell admite, sin embargo, que este argumento sólo puede extenderse hasta aquí. La tardía aparición de nuestros cuerpos no viola la uniformidad, pero los humanos no desafían el ciclo del tiempo como monos desnudos: «La superioridad del hombre no depende de aquellos atributos y facultades que comparte con los animales inferiores sino en su razón mediante la cual se distingue de ellos» (I, 155).

Aunque la razón humana es una violación del ciclo del tiempo, es demasiado grande, diferente y divina como para incluirla en un argumento sobre la física y la historia. Uno casi podría decir que

Dios hizo la razón humana al final del tiempo para que una consciencia pudiera saborear la gran uniformidad del majestuoso ciclo del tiempo: «ninguna de las leyes fijas y constantes del mundo animado o inanimado fue trastornada por la mediación del hombre... las modificaciones producidas fueron la ocurrencia de de nuevas y extraordinarias circunstancias, no de naturaleza física sino moral» (I, 164).

Charles Lyell estuvo luchando, sin el jubiloso triunfo, con su caso más difícil.

El majestuoso ciclo del tiempo como una clave de la organización de los principios de Lyell

Lyell publicó once ediciones de los *Principios de geología* entre 1830 y 1872 (ver especificaciones de las fechas y grandes cambios en el prefacio a la última edición: Lyell, 1872). Desde que Lyell consideró su gran trabajo como una eterna fuente de ingresos, continuó revisándola, cambiando secciones y capítulos y experimentando con formatos diferentes; casi como el autor de un moderno superventas produce nuevas ediciones, quizá con demasiada frecuencia, por motivos más comerciales que intelectuales. El comportamiento similar de Lyell provocó la malinterpretación general de su gran trabajo como libro de texto en el sentido usual. Como argumenté arriba (ver el subcapítulo *Charles Lyell, autor de su propio mito*), no hay tal cosa; *Principios de geología* es un escrito de una visión del mundo: el majestuoso ciclo del tiempo como una encarnación de la racionalidad.

Creo que todos los verdaderos trabajos seminales de nuestra historia intelectual son argumentos coherentes para grandes concepciones. Los *Principios* de Lyell recaen, rotundamente, en esta culminación de todas las tradiciones eruditas y, no obstante, como argumento arriba, se ha leído generalmente como un trabajo del género más opuesto: el libro de texto, con su pseudoobjetividad y su imperturbable compendio de información aceptada.

Las grandes concepciones requieren claves para desatranchar su coherencia. A menudo perdemos dichas claves cuando al cambiar los contextos de la historia se entierran las motivaciones de los autores en intereses olvidados. Los *Principios* de Lyell han sufrido este destino. La clave de su coherencia es la astuta concepción de Lyell del

majestuoso ciclo del tiempo: la combinación de sus uniformidades de estado y de proporción. Pero ahora vemos este escrito como un libro de texto porque no reconocemos este hilo de unidad. El auténtico Lyell ha sido sacrificado, en parte por su propia retórica, por el héroe de paja de la verdad empírica. El gran pensador, el científico de concepción, el hombre que luchó tan duramente para atrapar el mundo empírico como imbuido de un significado característico, se convirtió meramente en un gran escritorzuelo.

Podemos, al menos, intentar recobrar la concepción de Lyell atrapando los *Principios* como un argumento, y no como un compendio. *El majestuoso ciclo del tiempo es el hilo conductor de la coherencia, pues los Principios de Lyell son un tratado sobre el método, dedicado a defender esta concepción en el sentido de un registro geológico que requiere una interpretación profunda, no una lectura literal, para producir su fundamentación secreta.*

Tengo la teoría personal de que las paradojas de los comienzos singulares generalmente han abierto el significado de grandes libros. *El Origen de las especies* de Darwin no anuncia una revolución del pensamiento, sino que comienza con una disquisición sobre la variación entre razas de palomas (así como Burnet comienza con el problema de las inundaciones y Hutton con la paradoja del suelo). Cuando nos damos cuenta de que la defensa de Darwin de la selección natural es una extensión de la analogía a partir de los sucesos a pequeña escala que pueden observarse y manipularse (tal como la selección artificial se practica por agricultores y ganaderos) hasta los sucesos invisibles a gran escala de la naturaleza, su, por otra parte, excéntrico comienzo adquiere sentido. Ernst Mayr (1963) comenzó nuestro más importante libro moderno sobre las especies y su origen con un listado empírico de especies hermanas⁷, y no con teorías generales o marcos globales. Cuando atrapamos el gran objetivo de Mayr (la sustitución de una concepción dinámica de las especies como poblaciones naturales definidas mediante el entrecruzamiento y el papel ecológico, en lugar de la vieja idea de los taxonomistas de las cosas muertas que se ven en los museos), reconocemos que su elección para su principio está inserto en el programa de su libro: pues las especies hermanas son un caso para comprobar su concep-

⁷ Las especies hermanas son poblaciones indistinguibles morfológicamente tan claramente separadas por el comportamiento en la naturaleza como otras más diferenciadas visualmente.

ción (son especies perfectamente buenas según el nuevo criterio, pero irreconocibles bajo el antiguo).

Siguiendo cinco capítulos históricos que pregonan los beneficios fácticos y morales de la adireccionalidad, Lyell comienza la parte principal de su escrito con tres capítulos sobre el clima en el hemisferio norte y uno sobre la hipótesis del progreso en la historia de la vida. El capítulo 6 del volumen I tiene por título «Pruebas de que el clima en el hemisferio norte fue originalmente más caliente». Y así, marcando la singularidad, el primer capítulo importante en un escrito de tres volúmenes para el ciclo del tiempo admite como su tema central el dato más favorable con el que, posiblemente, podían contar los oponentes de Lyell (abogando un enfriamiento direccional de la tierra).

El capítulo 7, «sobre las causas de las vicisitudes del clima», argumenta entonces que las diversas distribuciones de la tierra y del mar son las causas más evidentes más fácilmente discernibles del cambio climático. (Un vasto océano salpicado con unas pocas islitas traerá un clima más cálido y uniforme que un continente masivo con poca agua rodeándolo en algunas latitudes.) El capítulo 8 lleva un título extenso: «Pruebas geológicas de que las características geográficas del hemisferio norte, en el período de la sedimentación de los estratos carboníferos, fue, según la teoría antes explicada, tal como si hubiera tenido un clima extremadamente caliente.» Y ahora entendemos el punto y el programa.

Las rocas carboníferas son antiguas. Representan una época de grandes pantanos y exuberante vegetación tropical; sus restos fósiles producen gran parte de nuestro carbón. Superficialmente, proporcionan un fundamento firme para la hipótesis direccionalista de un enfriamiento inherente de la tierra.

Lyell admite el fenómeno: los bosques carboníferos del hemisferio norte indican climas más calientes durante el período Carbonífero (I, cap. 6). Si un enfriamiento secular inherente causó el cambio consiguiente, entonces el estado de uniformidad se desestimaría. Pero Lyell ofrece una alternativa basada en procesos corrientes (I, cap. 7). Cuando el mar y la tierra cambian de posición, los climas se alteran en formas predecibles. El hemisferio norte ha llegado a ser más y más continental desde el período Carbonífero, entonces el clima se fue haciendo más frío como resultado de las superficies fluctuantes y no de inexorables enfriamientos internos. A continuación Lyell intenta demostrar (I, cap. 8) que el enfriamiento de los

climas en el hemisferio norte se ha acompañado por un incremento de la continentalidad desde el período Carbonífero.

Esta explicación alternativa conserva la crucial uniformidad de estado. Los enfriamientos interiores desde la bola de fuego original son registros irreversibles de la flecha del tiempo. Pero los exteriores que se enfrían debido a la formación de continentes no imparte una dirección inherente al tiempo y no permite una extensión futura para un enfriamiento posterior. Los continentes surgen mediante el alzamiento y desaparecen mediante erosión de una forma suave y no direccional a través de todo el tiempo, registrando tanto las uniformidades esenciales de proporción como las de estado: «Tanto las causas de renovación como las de destrucción están trabajando incesantemente, siendo tan constante la restauración de la tierra como su desintegración y la profundización de los mares conserva el ritmo con la formación de los bancos» (I, 473). Así como los continentes han emergido desde el período Carbonífero, podrían de nuevo dar lugar a un océano en el futuro, y el enfriamiento no sería más que un segmento de un ciclo reversible. Lyell habla de un «gran año», o de un «ciclo geológico», y considera la caída de las temperaturas en el hemisferio norte desde el período Carbonífero como el otoño de una sucesión geológica, la cual verá otro verano.

Los primeros tres capítulos importantes son, por tanto, una larga aplicación del método de Lyell a un caso aparente (y central) de desconfirmación. Explora detrás de la apariencia para dar cuenta de una fase admitida de enfriamiento, ocupando gran parte del tiempo geológico y de la tierra, algo como el arco de un gran círculo.

El capítulo 9 aplica entonces este razonamiento al problema más grande para cualquier defensa del ciclo del tiempo: el incremento aparente en la complejidad de la vida a través del tiempo. Lyell admite nuevamente la apariencia pero niega la direccionalidad inherente (ver la sección previa para los detalles). Las nuevas especies siempre logran adaptarse perfectamente a los climas. Si los climas se vuelven fríos, nuevas especies desplegarán incrementos de complejidad adecuadas a estas condiciones más difíciles. Las tendencias direccionales en la vida sólo registran un cambio subyacente en el clima. Si una «flecha» climática aparente es realmente un segmento de un círculo rotando para nada, entonces la vida también seguirá el futuro arco de vuelta: al profesor Ictiosauro de la época venidera.

Habiendo arreglado la historia a sus propósitos (caps. 1-5) y destituyendo los dos casos más problemáticos de la direccionalidad

aparente (el clima y la vida, caps. 6-9), Lyell dedica el resto del volumen I (caps. 10-26) a un catálogo de las causas modernas presentadas como una guía completa para el pasado. Prepara estos capítulos (ostensiblemente sobre la segunda uniformidad metodológica de proceso) como una defensa sutil de sus uniformidades esenciales de proporción y estado. Pues discute primero las causas acuosas (Figura 4.5) que destrozan la topografía (ríos, torrentes, manantiales, corrientes y mareas) y después las causas ígneas (Figura 4.6) que la renuevan (volcanes y terremotos), sugiriendo todo el rato que ambos conjuntos operan en equilibrio continuo; ninguno de ellos domina completamente la tierra y ninguno imparte una dirección inherente al carácter de las rocas, las formas terrestres o la vida.

Discutiré los volúmenes II y III (la contribución positiva de Lyell) en la próxima sección, pero debo, brevemente, observar aquí cómo en ellos se continúa y completa el plan de un trabajo grande y coherente sobre la vida y su naturaleza. Generalmente recordamos el volumen II sólo por la refutación de Lyell de la evolución, particu-



FIGURA 4.5.—«Un moderno ejemplo de destrucción por erosión. *The Grind of the Navir* (la brecha entre las dos secciones de este acantilado en las Islas Shetland) se ensancha cada invierno por el paso del oleaje entremedias.»



FIGURA 4.6.—«Ejemplos modernos de construcción mediante terremotos. Arriba: la superficie en Fra Raimondo en Calabria. Nótese la rotura de los olivos entre las partes alta y baja de la colina. Abajo: dos obeliscos en la fachada del convento de S. Bruno en Stefano del Bosco, Italia. Cada uno está compuesto de tres secciones y terremotos repetidos han aflojado los bloques y los han rotado a posiciones diferentes.»

larmente la teoría de Lamarck (que él introdujo en Inglaterra, aunque sólo para destituirla). Pero los dieciocho capítulos del volumen II están diseñados y secuenciados para presentar una conceptualización positiva de la historia de la vida que llevará al mayor logro de Lyell, el objeto del volumen III: un nuevo método para datar los estratos basado en una concepción no convencional de la vida dictada por las uniformidades de proporción y estado.

El foco del argumento de Lyell (y la razón para darle una paliza a la evolución definida como una transición insensible entre especies) descansa en una concepción de las especies como entidades y no como tendencias; cosas y no segmentos arbitrarios de un flujo. Las especies se producen en tiempos particulares en regiones particulares. Son, si lo desean, partículas con un punto definido de origen, un invariable carácter durante su duración geológica y un claro momento de extinción. Lo más importante, son partículas en un mundo de ciclo majestuoso de tiempo. Sus orígenes y extinciones no son episodios definidos de muertes en masa ni de radiación explosiva, sino más o menos uniformemente distribuidos a través del tiempo, equilibrándose nacimientos y muertes para mantener una constancia aproximada en la diversidad de la vida. La secuencia de sus orígenes no despliega un vector de progreso debido a una razón positiva de la teoría y no a una mera afirmación observacional (ver sección previa): Lyell se adhiere a la adaptación perfecta entre las especies y sus entornos; cada una de las especies es un espejo de su entorno. Por tanto, cualquier dirección verdadera en la historia de la vida sólo puede registrar una flecha correspondiente en el mundo físico. Ya que el mundo físico ha permanecido en un estado estacionario (volumen I), la vida también se ha mantenido en una complejidad y diversidad invariable. Las especies se dan la vuelta constantemente; nada de lo vivo hoy adornó los pantanos carboníferos. Pero los diseños anatómicos no se perfeccionan o mejoran.

El volumen III presenta, en veintiséis capítulos, un informe descriptivo de la historia real de la tierra, ordenada, como lo podría hacer un hombre encargado de los procesos modernos, en una secuencia opuesta a las convenciones modernas; comenzando por los tiempos más recientes (donde el trabajo de los procesos modernos pueden valorarse más rápidamente) y trabajando hacia atrás, hacia las rocas más antiguas. Muchos lectores han rechazado el volumen III como una descripción aburrida y anticuada, pero encarna la defensa central del plan de juego de Lyell. Presenta su argumento más

importante para el majestuoso ciclo del tiempo; pues una concepción en ciencia es sólo tan buena como lo es su aplicación y *su utilidad*. El volumen III, leído como el último examen del ciclo del tiempo, incorpora dos grandes propósitos. Primero, los duros vectores de la geología leídos literalmente deben interpretarse, mediante el método de Lyell de exploración detrás de las apariencias, como la manera en que un registro imperfecto pudiera dar cuenta del ciclo del tiempo en la evidencia conservada. Una y otra vez, nos enteramos (por ejemplo) de que las extinciones en masa son períodos de no sedimentación y de cómo las mayores deformaciones de los registros de las rocas antiguas se debe al mayor tiempo disponible para su modificación consiguiente mediante las fuerzas metamórficas y no al mayor vigor de una tierra prístina.

Segundo, Lyell, como gran científico, entendió el principio cardinal de nuestra profesión: la utilidad en acción es el examen último del valor de una idea. Muchos de los primeros defensores del ciclo del tiempo han sido retóricos, verbales o negativos (mostrando que las apariencias direccionales del registro literal no desaprueba un estado estacionario). Para coronar el éxito de su escrito, Lyell necesitaba ahora una hazaña de importancia: algo grande y práctico con lo que el ciclo del tiempo pudiera desenmarañar la historia de la tierra. El volumen III es, por tanto, ante todo, una larga ilustración de un nuevo método, chocante en su originalidad y brillante en su diferencia respecto de la paleontología tradicional, por la manera de datar las rocas de la era Cenozoica (los últimos 65 millones de años, desde la extinción de los dinosaurios) mediante porcentajes de especies todavía vivas de moluscos. En la próxima sección mostraremos que este nuevo método fluye directamente de la extraordinaria concepción del ciclo del tiempo aplicada a la historia de la vida.

Aunque (obviamente, desde las primeras secciones de este capítulo) Lyell no es mi principal héroe intelectual, sólo puedo describir mi lectura de la primera edición de los *Principios* como una emoción, un privilegio y una aventura. Así, he atrapado su brillante coherencia sobre la visión del majestuoso ciclo del tiempo, mientras me subían y bajaban escalofríos por la espalda. Sin embargo, esta emoción ha estado vedada a muchos lectores. La primera edición es difícil de obtener y hay muchas razones que conspiran para degradar su coherencia a través de las ediciones siguientes, que son las que leen la mayoría de los geólogos. Por un lado, Lyell extractó casi todo el volumen III y situó su discusión de la historia real de la tierra en

otro libro, los *Elementos de geología* (en posteriores ediciones, el *Manual de geología elemental*); divorciando así su aplicación primaria de su defensa verbal del ciclo del tiempo. Por otro lado, Lyell mutó fuertemente su compromiso con el ciclo del tiempo cuando, avanzado en su carrera y con una gran lucha personal y una honestidad espléndida (ver, más adelante, la sección titulada *La retirada de la uniformidad de estado, o por qué Lyell se hizo evolucionista*), finalmente admitió el carácter progresivo de la historia de la vida. Por último, cambió y trató de reparar tantos capítulos que la coherencia original del argumento se disipó y las últimas ediciones se convirtieron, después de todo, en un libro de texto.

Lyell, historiador del ciclo del tiempo

La explicación de Lyell de la historia

Hutton y Lyell están indisolublemente unidos en las historias de los libros de texto como los dos héroes de la geología moderna: Hutton como un profeta ignorado, y Lyell como un escritorzuelo triunfador. Gilluly, Waters y Woodford han escrito, por ejemplo (1968, 18): «el principio de uniformidad, propuesto por James Hutton de Edimburgo en 1785, fue popularizado en un libro de texto por el gran geólogo escocés Charles Lyell en 1930». Hemos visto que las versiones metodológicas de la uniformidad fueron la propiedad común de todos los científicos, defendidas por Hutton y Lyell, pero apenas original de ellos. (No podemos ni siquiera etiquetar a Hutton como el campeón del actualismo (*actualism*), pues argumenta que las fuerzas de consolidación subterráneas son invisibles en la tierra de nuestra época y deben inferirse del carácter de las rocas antiguas expuestas mediante las elevaciones naturales del terreno.) Hutton y Lyell compartieron, sobre todo, la concepción predominante del ciclo del tiempo, la uniformidad de estado. Incluso aquí diferían, pues Hutton promovió una concepción secuencial y mantuvo que los períodos de levantamientos podrían ser globales y catastróficos, mientras que todas las etapas del ciclo de Lyell operan local y simultáneamente, dando a la tierra una uniformidad atemporal a lo largo de toda su agitación dinámica. Un observador podría visitar la tierra de Hutton y ver sólo la tranquila sedimentación subterránea, mientras que otro visitante, un millón de años después,

podría encontrar un planeta convulsionado por un levantamiento. Las partes del globo de Lyell cambian constantemente, pero todos los procesos siempre están trabajando en alguna parte; aproximadamente en la misma cantidad e intensidad.

Sin embargo, no considero la unión de Lyell de proporción y estado (majestuoso ciclo del tiempo), y la noción más catastrófica de Hutton de levantamiento, como su diferencia más importante. Necesitamos recapturar la dicotomía de su época (la flecha del tiempo versus el ciclo del tiempo) para atrapar su diferencia más profunda en las distintas actitudes hacia el significado del ciclo del tiempo.

Hutton llevó su versión estricta del programa newtoniano tan exhaustivamente, que su concepción de nuestro planeta llegó a ser idiosincrática. Hasta el punto de que negó realmente el objeto que los estudiantes de la tierra siempre han promovido como su motivación fundamental: la propia historia, definida como una secuencia de sucesos particulares en el tiempo. La distinción temporal no tiene sentido en el mundo de Hutton y nunca usó el lenguaje de la singularidad histórica para describir la tierra. Los sucesos correspondientes de cada ciclo son tan parecidos que apenas podemos saber (o interesarnos por) donde estamos en una serie que no despliega vestigios de un comienzo, ni explora un final. (He observado también que John Playfair, el Boswell de Hutton, no siguió la idiosincrasia de Hutton, sino que usó el lenguaje de la narrativa histórica en su explicación de las teorías de Hutton. Por tanto, ya que muchos científicos conocen a Hutton sólo a través de Playfair, este carácter especial del sistema de Hutton se ha perdido.)

Lyell compartió el compromiso de Hutton con el ciclo del tiempo, pero no su visión ahistórica, tanto por razones personales como cronológicas. Los cincuenta años que separaban a Hutton de Lyell han presenciado una transformación en la práctica de los geólogos británicos. Hutton coronó una tradición de construcciones de sistemas generales, o «teorías de la tierra». La siguiente generación ha abjurado de este procedimiento como especulación prematura y perjudicial. La ciencia naciente de la geología necesitaba datos brutos sobre el terreno y no teorías fatuas y retorcidas. La renuncia a la «interpretación» y la restricción a la discusión sólo a los hechos (un ideal, no obstante, imposible) fue escrito realmente en las actas de la Sociedad Geológica de Londres, fundada en 1807. Como primera aproximación a la evidencia de campo, abrazado por su plétora de resultados interesantes, la Sociedad Geológica adoptó el programa

de investigación estratigráfico. La primera tarea de la geología debe definirse como el desentramado de la secuencia de los sucesos reales en el tiempo usando la llave de la historia que precisamente había sido desarrollada por Cuvier y William Smith: el adecuado cambio característico de los fósiles a través del tiempo.

Lyell fue el chico servicial de esta transformación en el procedimiento. Era historiador y las fechas principales de la historia son descripciones de sucesos secuenciales, cada uno considerado como singular (para que ninguna ausencia de distinción emborrone la utilidad como indicador de un momento particular). Lyell apenas podía abrazar la concepción ahistórica de Hutton. ¿Pero cómo podría un historiador competente defender y usar el tiempo cíclico? ¿Y cómo podría el no direccionalismo ayudar al programa de investigación estratigráfico como herramienta para desenmadejar las secuencias históricas?

Precisamente, la primera línea de los *Principios* de Lyell delimita su diferencia de la concepción ahistórica de Hutton: «La geología es la ciencia que investiga los cambios sucesivos que han tomado lugar en los reinos orgánico e inorgánico de la naturaleza» (I,1). La afirmación parece inocua, pero búsquese en Hutton de cabo a rabo y nunca se hallará algo parecido; las grandes sacudidas del pensamiento frecuentemente nos quitan el pasado de delante de nuestra vista, pues sus últimos éxitos los hacen parecer totalmente obvios.

Las primeras palabras de Lyell nos muestran un profundo entendimiento tanto del sentido como del encanto de la historia. Comienza reconociendo el carácter distintivo de la investigación histórica; la explicación de los fenómenos presentes como resultados contingentes de un pasado que podría haber sido diferente, y no como productos predecibles de leyes naturales. El empuje histórico original puede ser diminuto y olvidarse, pero da lugar a una bola de nieve cuya magnitud a menudo parece contradecir su origen.

Frecuentemente, descubrimos sorprendidos al mirar atrás en las crónicas de las naciones cómo la fortuna de alguna batalla ha influido el destino de millones de contemporáneos nuestros, cuando aquello ya había sido totalmente olvidado por la gente de la población. Con este suceso remoto podemos encontrar, inseparablemente conectado a los límites geográficos de un gran estado, el lenguaje actual hablado por los habitantes, sus comportamientos peculiares, leyes y opiniones religiosas. Pero más sorprendentes e inesperadas son las conexiones que se sacan a la luz cuando llevamos nuestras investigaciones hacia la historia de la naturaleza (I, 2).

Un análisis estático de la función predominante puede proporcionar alguna percepción, pero considera el desarrollo dado por el contexto histórico:

Un anatomista comparado puede deducir algún aumento de conocimiento a partir de la inspección desnuda de los restos de un cuadrúpedo extinto, pero dicha reliquia proporciona una luz mucho mayor en dicha ciencia cuando se tiene la información de la era relativa a la que perteneció, qué plantas y animales fueron contemporáneos suyos y otros detalles históricos (I, 3).

Reconociendo la importancia de la taxonomía, Lyell busca el rango propio de la geología entre las ciencias. Se negó a seguir a sus predecesores porque habían situado la geología con las ciencias físicas, basadas en las leyes de la naturaleza que no imparten un carácter distintivo histórico a los fenómenos presentes. Así Werner había concebido la geología como «un departamento subordinado de la mineralogía» (I,4), y Desmarest, como una rama de la geografía física. Pero los minerales deben sus propiedades a la composición química, las formas terrestres a los agentes físicos de los levantamientos y de la erosión. Ninguna de estas disciplinas reconoce el carácter histórico irreductible de los fenómenos geológicos. Otra unión propuesta con la cosmología debe también rechazarse; pues la geología requiere una situación entre las ciencias de la historia, debiendo definirse como un estudio empírico de los registros conservados, y no asociarse con divagaciones mentales acerca del origen de las cosas.

Como estudio directo de la historia, la geología debe su pasmoso éxito a una gran transformación de su práctica, entonces sólo con una generación de antigüedad. El programa de investigación estratigráfico, usando los fósiles como la clave para ordenar por edades: «En los tiempos recientes, podemos atribuir nuestro rápido progreso principalmente a la cuidadosa determinación del orden de sucesión en las masas minerales, por medio de sus diferentes contenidos orgánicos, y sus superposiciones regulares» (I, 30).

En un pasaje vigoroso, Lyell identifica el método distintivo de la historia: no necesitamos imitar los procedimientos cuantitativos de la ciencia física, pero debemos celebrar el poder que otros con menos entendimiento podrían considerar una ocupación monótona, la ordenación de los sucesos en el tiempo.

Los geómetras han medido las regiones del espacio y las distancias relativas de los cuerpos pesados. Los geólogos han estimado miríadas de eras no mediante el cálculo aritmético, sino por un tren de sucesos físicos, una secuencia de fenómenos en el mundo animado e inanimado; signos que transmiten a nuestras mentes ideas, más definidas de lo que nos podemos figurar, acerca de la inmensidad del tiempo.

La física usa sus técnicas desplegándolas en el espacio. Nosotros hemos empleado las nuestras para extenderlas en el tiempo. Apenas resultan igualadas por la significación de la historia del pensamiento, pero triunfaron mediante métodos diferentes.

Lyell reconoció que la historia real debe ser «una sucesión de fenómenos». La específica recurrencia cíclica mancharía el carácter distintivo de los momentos históricos. Lyell ridiculiza las viejas teorías cíclicas de Egipto y Grecia, el *ewige Wiederkehr* o eterno retorno, pero este pasaje podría aplicarse también a la concepción ahistórica de Hutton:

Pues ellos compararon el curso de los sucesos de nuestro globo a los ciclos astronómicos... Enseñaron que en la tierra, así como en los cielos, los mismos fenómenos idénticos regresan una y otra vez en una peripecia perpetua. El mismo hombre individual está condenado a renacer y a llevar a cabo las mismas acciones que antes; se inventarán las mismas artes y se construirán y destruirán las mismas ciudades. La expedición de los Argonautas se lanzará de nuevo a la navegación con los mismos héroes y Aquiles con sus Esbirros, para renovar el combate ante los muros de Troya (I, 156-157).

Finalmente, nunca debemos perder la alegría lisa y llana del descubrimiento de un pasado que ha desaparecido de nuestra vista: «Mientras tanto, el encanto del primer descubrimiento es particularmente nuestro y en tanto que exploramos este magnífico campo de investigación, el sentir de un gran historiador de nuestro tiempo [Niebuhr, autor de la *Historia de Roma*] puede presentarse continuamente a nuestra mente, el que llama a lo que se ha evaporado para que vuelva de nuevo al ser, le produce una felicidad como la de crearlo» (I, 74).

Datando el período Terciario mediante el majestuoso ciclo del tiempo

Ya que la conservación mejora con lo reciente que sea el registro geológico, podríamos anticipar que las rocas más jóvenes serían más fáciles de investigar mediante el programa de investigación estratigráfica. Las rocas antiguas (paleozoicas) están frecuentemente retorcidas y metamorfoseadas, sus fósiles distorsionados, pulverizados o totalmente echados a perder. Los geólogos lucharon con el Paleozoico concluyendo en un triunfo y un examen de la utilidad última para el programa de investigación estratigráfico (ver el brillante informe de Rudwick de la controversia devoniana, 1985).

Los estratos terciarios de la «edad de los mamíferos» (todos excepto el tramo final de los últimos 65 millones de años según el cómputo moderno) habrían sucumbido primero a la conclusión, como un caso de prueba para las nuevas técnicas. Paradójicamente, debido a la mala fortuna contingente de la historia particular de los tiempos terciarios en Europa, estas rocas jóvenes provocaron un enigma más que una resolución. Los estratos intermedios, o los llamados secundarios (incluyendo lo que ahora llamamos Mesozoico y la parte superior de los antiguos paleozoicos) fueron los primeros en ser el objeto de los nuevos métodos. Estas rocas están ordenadas a través de Europa Oriental en las configuraciones casi ideales que sueñan los libros de texto: como capas extensas de mínima distorsión, planas o ligeramente inclinadas, extendiéndose con sencillez sobre grandes áreas. Por ejemplo, la «creta» característica (que forma, por ejemplo, los acantilados de Dover), sobre las capas del Secundario, envuelve esta región con poca complejidad en la sedimentación o distorsión posterior. Como suele decirse, no se lo pierdan, de verdad.

Por el contrario, los estratos terciarios, más jóvenes, se depositan como un complejo de retazos en cuencas aisladas: una ruina para la vida de cualquier estratígrafo (figura 4.7). Los geólogos trabajan mediante la correlación y la superposición; palabras ornamentales para las técnicas obvias del esclarecimiento de qué capas caen encima de otras (superposición), y la hacemos cuando trazamos este orden de un lugar a otro (correlación). Pero si los estratos son aglomeraciones más que planos, entonces no podemos desenmadejarlos mediante la superposición. (Muchos estratos terciarios, por ejemplo, son canales de flujo no persistente más que las capas amplias de sedimentos oceánicos llanos tan comunes en el Mesozoico.) Y si los estratos

están confinados en cuencas locales, entonces no podemos correlacionarlos fácilmente de un lugar a otro.



- a, Rocas primarias.
- b, Formaciones secundarias más antiguas.
- c, Creta.
- d, Formación terciaria.

FIGURA 4.7.—«Una ilustración de los problemas afrontados por los geólogos para el desentramado estratigráfico del período Terciario. Las rocas terciarias de Europa tienden a aparecer en cuencas pequeñas y aisladas (como en d arriba), dificultando la correlación.»

Ya que la época terciaria ha estado marcada por el incremento de la continentalidad en Europa (recordemos el segundo argumento principal de Lyell; ver la sección titulada *El caso peor como la prueba crucial...*), los sedimentos marinos se han ido depositando en llanuras aisladas y cambiantes, y esto no favorece las capas de gran amplitud. De este modo, los estratos terciarios fueron un desafío para el programa estratigráfico, y no su primer ejemplo, como la lógica (sin las peculiaridades de la historia) podría haber dictado. También fue algo desconcertante, ya que una buena técnica debería poder hacer caer, sin dificultad, en el lazo su hallazgo potencialmente más sencillo. Lyell decidió, en consecuencia, capturar el período Terciario con un método diferente basado en su concepción característica del tiempo cíclico. El éxito coronaría su visión abstracta basada en el equilibrio empírico.

A la vista de tal dificultad estratigráfica, son los restos fósiles los que resuelven la secuencia terciaria. El programa de investigación estratigráfico había congelado el criterio paleontológico de secuenciación temporal. Un cronómetro de la historia tiene un, y sólo un,

requisito: debe encontrarse algo que cambie de manera reconocible e irreversible a través del tiempo, de tal forma que cada momento histórico lleve un sello característico. Los geólogos han apreciado mucho este principio en abstracto, pero no tienen un criterio para el trabajo práctico. Werner y los neptunianos habían intentado utilizar las propias rocas, argumentando que una adecuada caracterización de las composiciones y densidades ha precipitado en una secuencia temporal a partir de un océano universal. Esta idea fue sonada por su lógica, pero no funciona en la práctica porque los estratos terrestres no se han depositado en orden de densidades a partir de un océano en una era de gran sedimentación. Además, las rocas son simples objetos físicos formados con las leyes de la química y, en consecuencia, no llevan sellos característicos temporales. El cuarzo es cuarzo, un conjunto de tetraedros con un ión de silicio en el centro, rodeado por cuatro iones de oxígeno, acompañando cada uno a los tetraedros vecinos. Así fue al principio, y así es ahora, y siempre será así en tanto que se cumplan las leyes de la naturaleza. El cuarzo del período cámbrico no es diferente del cuarzo del Pleistoceno.

Pero la vida es lo suficientemente compleja como para cambiar a través de una serie de estados sin repetirse. Hoy atribuimos esta secuencia irreversible al producto de la evolución, pero el hecho de la singularidad puede imponerse antes de cualquier teoría invocada para resolverlo. El criterio de los fósiles se convierte en la piedra Roseta para el programa de investigación estratigráfica, aunque pocos de los primeros consumidores aceptaron la evolución como la razón existente tras las etapas temporales distintivas del registro fósil. En la época de Lyell el hecho de la distinción temporal se tenía como una herramienta inexplicable pero crucial. El propio Lyell siempre profesó un agnosticismo en lo referente a las razones explicativas, manteniendo simplemente que no sabía si las nuevas especies se originaban directamente por la voluntad de Dios o mediante la operación de causas secundarias desconocidas; aunque tenía la confianza de que se originaban en perfecto equilibrio con sus entornos.

En la época de Lyell el problema sin resolver de la estratigrafía Terciaria se centraba hacia la utilización adecuada de los fósiles para «establecer zonas» en los estratos. Es decir, para establecer una secuencia mundial de las etapas ordenadas temporalmente en este largo, y no dividido previamente, segmento de la historia de la tierra. En 1830, muchos estratígrafos eran «progresistas» (*progressionists*).

Pensaban que la vida había mejorado a lo largo del período Terciario y que, al menos con una cierta norma, podrían juzgar la edad relativa de los estratos Terciarios mediante el nivel de desarrollo desplegado en sus fósiles. Todos los paleontólogos entendían que no era lo suficientemente lineal ni inambiguo como lo pueda ser la medida de la distancia con una regla. En la práctica un progresista podría usar análogamente las formas de vida, mejor que cualquier otra medida inasequible de perfección relativa en el diseño biomecánico. Además buscaría una serie de fósiles de guía, criaturas fácilmente identificables de un rango geológico corto y característico, para establecer las zonas del Terciario. Y se centraría más sobre su singularidad y su restricción a un pequeño intervalo de tiempo que a sus supuestos niveles de complejidad relativa. Asimismo, aunque la práctica divergiese de la teoría, un compromiso con el progresismo canalizaría incluso el trabajo real de la estratigrafía en una búsqueda de secuencias temporales de los fósiles guía dispuestos como una escala de perfeccionamientos.

La visión del mundo de Lyell no le permitía trabajar según los métodos usuales de su profesión. La vida participaba completamente en la dinámica del estado estacionario del ciclo del tiempo. Los registros fósiles no despliegan un vector de progreso y la secuencia de las especies no podría ordenarse mediante un criterio de perfeccionamiento. En una palabra, la vida (como totalidad) siempre ha sido aproximadamente la misma; con un equilibrio manteniendo tanto en el número de especies como en las proporciones relativas entre los diferentes grupos. ¿Entonces, cómo podría un lyelliano encontrar algún criterio paleontológico para datar las rocas; y, de no ser así, cómo podría participar en el objeto central y guiador de su profesión?

Si Lyell hubiera sido un huttoniano estricto, no habría tenido éxito a partir de este dilema. Habría estado atascado en un punto de vista histórico que considerase cada suceso como algo tan similar a su etapa correspondiente en el ciclo previo que no podría establecerse ningún criterio de historia. Aceptó la singularidad de los sucesos y usó este principio para extraer una marca de la historia a partir del ciclo del tiempo.

Tomando de Lyell su técnica predilecta de ilustración metafórica, podríamos representar todas las especies de la tierra en un momento dado del tiempo como un número fijo de judías en una bolsa, pues en la concepción de Lyell las especies son partículas. Comencemos un experimento de cinco días. La bolsa contiene 1.000 judías y siem-

pre se conservará este número. Van entrando nuevas judías a un ritmo fijo y constante, digamos una cada dos minutos. Pero la bolsa sólo puede contener mil judías, de modo que cada vez que entra una nueva el experimentador expulsa una vieja al azar.

Un paso más crucial completa el isomorfismo con la concepción de Lyell de la vida. Las judías no son idénticas, cada una es un objeto histórico distinto. Digamos que cada una lleva una marca singular en su ángulo inferior derecho (suponiendo que las judías puedan construirse de forma que posean tal cosa). Podemos decir sin ambigüedad para cada judía cual es cual. Pero, y aquí está el problema, estas judías características *no incluyen absolutamente ningún sello de la época que sea*. Las judías no tienen un código de colores por el que diferencien el día que entraron en la bolsa o una marca con la geometría de su tiempo de origen. En otras palabras, podemos reconocer cada judía como un objeto característico, pero no tenemos indicios (a partir de la forma o el color) sobre su edad o el tiempo en que entró en la bolsa.

El sistema corresponde punto por punto con la concepción de Lyell del registro fósil en un mundo de un majestuoso ciclo temporal. Los cinco días son las amplias eras del tiempo geológico (pocas en número); las marcas representan la singularidad histórica, pero (nótese, por favor) no de progreso, pues cada judía es distinta pero todas son equivalentes en mérito. La entrada de una judía cada dos minutos marca la majestuosa uniformidad de proporción; la expulsión aleatoria de una vieja judía en cada entrada mantiene el estado estacionario de la diversidad.

Ahora, el gran experimentador nos pone un problema. Toma por rayos X a la bolsa cada seis horas durante el último día, pero olvida marcar los tiempos en sus negativos y quiere disponernos las cuatro fotos (para medianoche, seis de la mañana, mediodía y seis de la tarde) en su orden temporal propio. También quiere disponernos la bolsa tal como está ahora constituida al final del día. ¿Cómo podemos proceder?

Lyell y su estudiante Simplicio consideran el problema. Simplicio, siempre buscando el camino más fácil, sugiere buscar una judía crucial en cada foto. Pero Lyell responde que tal objeto no puede existir. La singularidad de cada judía, perversamente, no es en absoluto una guía para su edad. Lyell castigó a Simplicio por su pereza y argumenta que el problema sólo se puede aproximar estadísticamente.

Afortunadamente, el experimentador ha proporcionado un criterio que puede resolver este dilema de la historia bajo el ciclo del tiempo: nos ha dado la bolsa en su estado presente. Consideremos, aconseja Lyell, cómo procede el experimentador durante el último día. Cada dos minutos, ó 720 veces durante el día, pone una judía nueva y retira una de la bolsa al azar. Ahora abrimos la bolsa. Predominan, razonamos, las judías añadidas durante el último día, no todas las 720, naturalmente, porque algunas habrán sido retiradas por la suerte del azar. No obstante, Simplicio se queja cuando comienza a caer en la cuenta de que no podemos decir a partir de los sellos qué judías representan las adiciones del último día, porque un sello no contiene información *in se* sobre el tiempo.

Lyell, entonces, propone su criterio estadístico. No podemos saber cuándo una judía particular ha entrado en la bolsa, pero podemos hacer un listado de todos los sellos de la bolsa tal como la constituyen ahora. A continuación, podemos estudiar las cuatro fotos del experimentador y tabular los 1.000 sellos en cada una. Cuanto más tiempo lleve una judía en la bolsa mayor será su probabilidad de ser retirada (ya que las judías son expulsadas al azar cuando entran otras nuevas). De esta forma, la judía que haya llegado más recientemente tendrá más probabilidad de permanecer todavía en la bolsa. Lyell exclama triunfalmente que sólo necesitamos tabular, para cada foto de la bolsa en un tiempo anterior, el porcentaje de judías que permanecen en la bolsa al final del día. Cuanto mayor sea la proporción de las judías corrientes, más reciente será la foto.

¿Qué otro criterio podríamos usar? Ninguna judía revela su edad, pero tenemos la bolsa presente y podemos decir el tiempo mediante un acercamiento continuo y gradual a la composición actual. La bolsa presente no es mejor o más característica que cualquier otra; sólo posee la virtud de la localización precisa en el tiempo. Y, de este modo, podemos comparar la similaridad de otras bolsas con ella.

Lyell fechó el período Terciario (el último de estos escasos «días») precisamente de esta manera. Propuso una medida estadística basada en el porcentaje relativo de las especies vivas de moluscos. (Usó moluscos porque son numerosos y característicos en los estratos Terciarios y porque podría pagar a su colega francés Deshayes para reunir listas para todas las grandes secciones del Terciario europeo, basados en el criterio de la habilidad taxonómica personal de Deshayes.) Dicho criterio estadístico no puede proporcionar distinciones finas superpuestas, ya que operan varios factores aleatorios (no

precisamente para retirarlos, como en nuestro experimento de las judías, sino también por las complejidades de la realidad porque las especies no se originan en intervalos igualmente espaciados y porque el número total de especies no es verdaderamente constante). Así Lyell divide el período Terciario en cuatro subdivisiones (análogamente a como el experimentador tomaba cuatro fotos), a saber, en orden, Eoceno, Mioceno, antiguo Plioceno y nuevo Plioceno (figuras 4.8 y 4.9), y las definió como llevando aproximadamente el 3 por ciento de las especies vivas (Eoceno), aproximadamente el 20 por ciento (Mioceno), más de un tercio y a menudo más de la mitad (Antiguo Plioceno) y aproximadamente el 90 por ciento (Nuevo Plioceno). (Los lectores que se han visto forzados a memorizar las escalas de tiempo geológico reconocerán que nuestro sistema moderno retiene los nombres de Lyell, con unas pocas adiciones en el mismo carácter, Paleoceno, Oligoceno y Pleistoceno, para expresar las divisiones más finas permitidas por el incremento del conocimiento.) Lyell escribe, citando una metáfora estrictamente comparable con nuestra bolsa de judías:

Este incremento de las especies existentes y la desaparición gradual de las extintas, en tanto que trazamos las series de formaciones desde las más antiguas a las más recientes, es estrictamente análogo, como hemos observado antes, a las fluctuaciones de una población tal como podría registrarse en períodos sucesivos, desde el tiempo en que nacieron los individuos ahora más viejos, hasta el momento presente.

Esta sencilla descripción del método de Lyell no puede capturar el carácter brillante y radical de su concepto. Consideremos precisamente tres puntos:

Primero, Lyell propone este método numérico basado en un modelo sofisticado de procesos aleatorios en un tiempo cuando dicho pensamiento estadístico estaba en su infancia. Muchos de nosotros todavía necesitamos metáforas para entenderlo hoy, tras siglos de éxito para este poderoso procedimiento.

Segundo, el método de Lyell sobrepasó todas las convenciones paleontológicas de su época. Muchos estratígrafos negaron tanto las uniformidades esenciales de estado como las de proporción, y cada uno llevó a un método abjurado por Lyell. He discutido ya cómo el «progresismo» (*progessionism*) (la no uniformidad de estado) llevó a muchos estratígrafos a buscar claves fósiles que pudieran marcar



FIGURA 4.8.—Fósiles de moluscos del Eoceno utilizados por Lyell en su método estadístico para clasificar el período Terciario.



FIGURA 4.9.—Fósiles de moluscos del Mioceno utilizados por Lyell para clasificar el período Terciario. Observemos, al comparar las figuras 4.8 y 4.9, los preceptos claves del método de Lyell, basados en la suposición del majestuoso ciclo del tiempo. Los fósiles del Mioceno, más recientes, no son en modo alguno una versión «mejor» que sus antecesores. Simplemente son diferentes como signos de un pasaje de la historia.

el tiempo mediante su complejidad anatómica; un método contrario a la aproximación estadística dirigida hacia las faunas completas.

Los oponentes de Lyell rechazaron también la uniformidad de proporción mediante la consideración del registro fósil como puntuado mediante extinciones en masa y radiaciones subsiguientes de nuevas especies. Este concepto de la historia de la vida lleva a una práctica diferente de la datación: la búsqueda de las características adecuadas de las especies para marcar cada época de tiempo. Dicho procedimiento no tiene sentido en el mundo de Lyell. Sus especies son partículas independientes, uniformemente espaciadas en el tiempo; no entran, ni dejan la escena geológica durante el concierto. Las distintas épocas son una ilusión de nuestro registro imperfecto; sólo podemos capturar momentos con medidas estadísticas de un flujo suave y continuo:

Tenemos la preocupación de que los períodos zoológicos en geología, así como las divisiones artificiales en otras ramas de la Historia Natural, adquieran demasiada importancia, al suponerse fundamentados en grandes interrupciones en las series regulares de sucesos en el mundo orgánico, mientras que deberíamos considerarlos, al igual que los géneros y órdenes en zoología y botánica, como inventados por la conveniencia de una ordenación sistemática, esperando siempre descubrir graduaciones intermedias entre las líneas divisorias que hemos demarcado en un primer momento (III, 57).

Tercero, y esto es más difícil de expresar con palabras, el método de Lyell es peculiar y fascinante. Hace pensar. Se sitúa contra todas las tradiciones de este campo, desde sus días hasta los nuestros. Los paleontólogos se dedican a lo específico. Los profesionales se convierten en expertos sobre grupos particulares en tiempos concretos; recibimos una preparación avanzada mediante un aprendizaje con autoridades y dedicamos años estudiando los detalles taxonómicos del grupo que hemos elegido. Esperamos resolver problemas estratigráficos usando esta habilidad, para identificar este intervalo de tiempo, porque Joe el braquiópodo vive allí, y aquel intervalo, porque Jill el briozoo habita su estrato.

«El sueño de Charles Lyell de una paleontología estadística» (el título acertado de un buen análisis de Rudwick, 1978) se sitúa en contra de esta tradición de particularismo. Se aplica al mundo característico de la historia la generalidad de un proceso abstracto, regular

como el tic-tac de un reloj (aunque con fluctuaciones aleatorias). Tales maridajes de compañeros desemejantes (métodos de un dominio con casos particulares de otro) se encuentran a menudo entre los «enlaces» intelectuales más fructíferos.

Esta comprensión del ingenioso método de Lyell para datar el período Terciario nos permite, asimismo, atrapar la base lógica y la organización detrás de los dos últimos volúmenes de los *Principios de geología*, pues ambos se centran en el intento de Lyell de aplicar el ciclo del tiempo como un método de estudio de la historia. Podríamos concebir el volumen II, con alguna simplificación, como una larga defensa de las «especies como partículas» en un mundo de majestuoso ciclo temporal, estableciendo, por decirlo así, la metáfora de la bolsa de judías. Con esta clave, entendemos el verdadero propósito de Lyell y no lo malinterpretamos como un viejo, chapado a la antigua, que se dedica a castigar la evolución, incluso antes de que Darwin intentase popularizar la idea.

En los capítulos 1-4 del volumen II, Lyell ataca a Lamarck y al concepto global de evolución, argumentando que las especies son partículas y no tendencias o segmentos arbitrarios de un flujo continuo. Las especies son judías en la bolsa de la naturaleza. En las palabras que cierran el capítulo 4: «Parece que las especies tienen una existencia real en la naturaleza y que cada una incorpora, en el momento de su creación, los atributos y organización por los que ahora se las distingue» (II, 65).

En los capítulos 5-8, sobre la distribución geográfica, afirma que las especies se originan en lugares particulares, en focos de origen. De nuevo, no son tendencias generales, sino cosas particulares; judías que entran en la bolsa como ítems singulares en momentos definidos. Lyell escribe que «sólo se crean linajes singulares de cada uno de los animales y plantas, y que los individuos de las nuevas especies no aparecen repentinamente en muchos lugares diferentes a la vez» (II, 80).

Los capítulos 9-10 discuten, a continuación, el principio del perfecto ajuste a los entornos prevalecientes, la marca de cada judía con su sello característico⁸: «las fluctuaciones de las creaciones animadas

⁸ Para que esta afirmación no parezca una inconsistencia con el ensueño del regreso del ictiosauro, observo que elige sus palabras con sumo cuidado. El famoso pasaje, caricaturizado por De la Beche, dice: «entonces podrían volver aquel género de animales», y no «entonces podrán volver aquellas especies». La diferencia es

e inanimadas deberían estar en perfecta armonía entre sí» (II, 159). Finalmente, el capítulo 11 argumenta que la introducción de nuevas especies se compensan mediante una pérdida gradual de las formas antiguas; la bolsa de judías permanece en un equilibrio dinámico, siempre llena pero con una composición cambiante: «la hipótesis de la extinción gradual de ciertos animales y plantas y la introducción sucesiva de nuevas especies» (III, 30).

El volumen III es una excursión a través del tiempo geológico, una aplicación de la metodología de Lyell a la historia manifiesta de la tierra. Pero diecinueve de los veintiséis capítulos registran el período Terciario y muchos otros discuten principalmente problemas del período Terciario. El volumen concluye con un apéndice de seis páginas, reproduciendo *in toto* las cartas de Deshayes sobre la duración de los moluscos del período Terciario y el porcentaje de las especies vivas en cada unidad estratigráfica. No tenemos problemas en detectar el principal interés de Lyell; pues esto no es un texto imparcial, asignando espacio en proporción al tiempo o estrato conservado.

Muchos de los trabajos de los geólogos podrían decirnos que Lyell dio nombre a las épocas del período Terciario. Ellos conocen esto como un pequeño hecho curioso, probando que el apóstol del uniformismo también realizó algún trabajo de campo. Si sólo pudiésemos aprender a atrapar la conexión íntima (e incluso necesaria) de este logro con su concepción del ciclo del tiempo, entonces entenderíamos el poder del sistema de Lyell. Lyell rompió con la concepción ahistórica de Hutton y mostró que la concepción del majestuoso ciclo del tiempo podría servir como una herramienta de investigación para la actividad básica geológica, la ordenación de los sucesos en el tiempo. El sistema de Lyell funciona porque reside en el mundo de la historia; debido al criterio principal de la singularidad, basado en el contexto temporal, para cada fenómeno. Charles Lyell fue el *historiador* del ciclo del tiempo.

crucial, no es algo trivial. Los géneros, para Lyell, son nombres arbitrarios para los diseños anatómicos; las especies son particularidades singulares. El regreso del verano del gran año podría inspirar el origen de una criatura suficientemente análoga al ictiosauro del período Jurásico que los taxonomistas situarían en el mismo género. Pero el retorno del ictiosauro sería una judía nueva, con caracteres distintivos marcándolo como una especie singular.

El desentramado parcial en la visión del mundo de Lyell

La retirada de la uniformidad de estado, o por qué Lyell se hizo evolucionista

Las montañas se levantan y erosionan a través del tiempo; «los mares vienen y van», como proclama el viejo lema de los geólogos. La uniformidad de estado podría describir bien la historia de la física. Pero la extensión de Lyell del ciclo del tiempo a la historia de la vida siempre ha parecido implausible a muchos colegas, especialmente a la luz de los orígenes humanos en la misma cúspide de la montaña del tiempo. Lyell ha proporcionado una explicación para el no progresismo de la historia de la vida (ver la sección titulada *El caso peor como la prueba crucial*), pero sus argumentos fueron inseguros tanto en el terreno teórico como en el empírico. Así, cuando Lyell, ultimando su carrera, finalmente dimitiendo de su compromiso intransigente con el ciclo del tiempo, capituló admitiendo, aunque con gran pesar, que el progreso aparente de la historia de la vida también era, después de todo, una realidad.

Lyell se mantuvo firme durante más de veinte años, desde la primera edición de los *Principios* en 1830 hasta su última defensa del no-progreso en un discurso de aniversario como presidente de la Sociedad Geológica de Londres en 1851. Pero en veinte años de exploraciones no se habían desenterrado mamíferos paleozoicos y su viejo argumento (de que no esperásemos nada cierto mientras nuestro conocimiento de la época paleozoica reposara sobre los pocos sedimentos oceánicos de extensión geográfica limitada) se hizo cada vez menos defendible cuando los estudios de geología paleozoica se desplegaron por la Europa del Este y Norteamérica. Lyell empezó a dudar y, eventualmente, en un doloroso proceso que se extendió a lo largo de la década de 1850, se rindió.

Mientras Lyell creía que no había restos humanos, e incluso artefactos, adornando el registro geológico, podía considerar al *Homo sapiens* como un añadido de Dios en el último momento. Pero al desenterrarse artefactos indudables de los estratos más recientes, Lyell no podía seguir negando que el origen del hombre ha sido un suceso dentro del curso ordinario de la naturaleza. ¿Cómo, entonces, podía negar el progreso como principio guía? De modo que cuando reunió su material sobre la historia humana en un volumen separado en 1862 (*Sobre las evidencias geológicas de la antigüedad del hombre*),

escribió que el progreso en la historia de la vida era «una hipótesis indispensable... que jamás se derrocará».

En cuanto a los *Principios*, Lyell publicó su novena edición en 1853, la última defensa de la versión estricta del ciclo del tiempo. Tardó entonces trece años, mucho más que el tiempo dedicado a cada revisión anterior, para traer la consecutiva décima edición en 1866; la primera anunciando su retirada. No hay duda de que este largo intervalo registra su duda y confusión crecientes, su desgana para comprometerse una vez más en publicar hasta haber resuelto este dilema crucial. La undécima edición, la última en la vida de Lyell, apareció en 1872, con sólo revisiones menores de su capitulación clave de 1866.

El capítulo 9 de esta última edición trata todavía del mismo tema («la teoría del desarrollo progresivo de la vida orgánica»), pero esta vez Lyell da su consentimiento. En el resumen de su párrafo final, Lyell desenmadeja el asunto de las uniformidades metodológicas y las esenciales que habían alimentado su retórica durante cuarenta años, y admite que un científico puede aceptar el progreso en la historia de la vida mientras sostiene firmemente las uniformidades de las leyes y de los procesos:

Pero su confianza no necesita ser debilitada en la constancia invariable de las leyes de la naturaleza [uniformidad de ley], o en su poder explicativo desde el presente hacia el pasado al considerar los cambios del sistema terrestre [uniformidad de proceso], en el mundo orgánico o inorgánico, con tal de que no se niegue, al menos en el mundo orgánico, la posibilidad de una ley de evolución y progreso (1872, I, 171).

Lyell intenta mitigar el significado de su conversión presentándolo como un cambio menor impuesto por la evidencia, caracterizando su negativa original al progreso como un simple escepticismo basado en datos insuficientes, pero apenas podemos dar crédito a esta minimización del cambio. Pues, al admitir el progreso en la historia de la vida, Lyell abandona tanto su concepción como sus consecuencias, incluyendo su sueño de una paleontología estadística.

En las fechas de la aparición sucesiva de ciertas clases, órdenes y géneros, aquellos de mayor organización caracterizando siempre a las rocas más recientes en las series, a menudo se han declarado erróneamente, y la detección de los errores cronológicos han engendrado dudas a la solidez de la teoría del progreso. Me he permitido estas dudas en las primeras ediciones de este

trabajo. Pero después de hacerse numerosas correcciones como la de la fecha de los primeros indicios de la vida en el globo y los períodos en que los seres más organizados, ya sean animales o vegetales, entraron primero en la etapa, la teoría original [el progreso y no la uniformidad de estado] debe defenderse en la forma, aunque ligeramente modificada (1872, I 145).

Creo que la retirada y rendición de Lyell reciben normalmente una interpretación opuesta; otro resultado desafortunado de nuestra tendencia anacrónica de imponer la teoría de Darwin de la selección natural en los viejos debates y luego interpretarlos como una parte de una gran dicotomía entre evolución y creación. Este punto de vista mantiene que la evolución provocó la reconsideración de Lyell y que su personal vinculación de la transmutación al progreso⁹ forzó su valoración una vez que Darwin le convenció a aceptar la evolución. Lyell fue, naturalmente, uno de los mejores amigos y confidentes de Darwin, un hombre para el «delicado arreglo» que publicó el descubrimiento separado de Wallace de la selección natural junto con un manuscrito inédito de Darwin, afirmando así la prioridad de Darwin. Charles Darwin fue un instrumento eficaz para provocar el consentimiento de Lyell de la evolución, y su revocación entra también en la revisión de 1866 de los *Principios*.

No obstante, una serie destacada de documentos (siete diarios privados «sobre la cuestión de las especies» compilados por Lyell entre 1855 y 1861 y publicados por primera vez por L. G. Wilson en 1970) nos fuerza a invertir este argumento convencional hacia una nueva interpretación que tenga un mayor sentido en términos de psicología humana, como normalmente se dice.

Los cuadernos de notas registran que Darwin comenzó a hablar

⁹ Esto, en sí mismo, subraya un punto curioso. Ninguna necesidad lógica puede extraer una implicación de progreso a partir del hecho de la evolución. El propio Darwin mantuvo una actitud muy ambigua hacia la idea de progreso, aceptándola provisionalmente como un aspecto de las partes del registro fósil, pero negando que la teoría de la selección natural (una afirmación sobre la adaptación a los entornos locales cambiantes) requiera un avance orgánico. No obstante, muchos evolucionistas siempre han considerado los conceptos de progreso y transmutación como conectados necesariamente, y Lyell, por alguna razón, ciertamente adoptó esta concepción. Por tanto, para él, una decisión que acepte la evolución también implica al progreso como un hecho: «La teoría del progreso, que da cuenta del perfeccionamiento del ser humano a partir de especies antropomórficas, es lo importante de la concepción lamarkiana» (en Wilson, 1970, 59).

por primera vez de su teoría a Lyell durante una visita a Down en 1856. (Lyell sabía, por supuesto, que Darwin había estado trabajando en el «problema de las especies» y que aceptaba la herejía vulgar de la evolución, pero Darwin no había revelado previamente el mecanismo de la selección natural a Lyell.) Los diarios mostraban también que Lyell ya estaba obsesionado con la duda alrededor de su eje de no progresismo en la historia de la vida. Toda la evidencia acumulada tendía a refutar su convicción, particularmente el descubrimiento de artefactos humanos en sedimentos recientes. Antes de la revelación de Darwin, él ya había llegado a la conclusión más desalentadora de su vida profesional, que probablemente le habría hecho abandonar este ancla de su concepción central.

¿Qué puede hacer un hombre enfrentado a tal tristeza? Me parece que generalmente intenta cortar por lo sano y llevar a cabo una retirada mínima. Lyell no aceptó la evolución porque Darwin le persuadiera o porque encontrase la teoría de la evolución tan poderosa, él finalmente se adhirió a la transmutación porque le permitía conservar todos los demás significados de uniformidad, una vez que la evidencia acumulada le forzase, a pesar suyo, a aceptar el hecho del progreso en la historia de la vida.

En el caso de que Darwin le hubiese inculcado a Lyell la selección natural, los cuadernos de notas no lo indican. Estos apuntes privados están caracterizados por la casi total ausencia del interés de Lyell por los mecanismos de los cambios evolutivos; una actitud claramente extraña si la duda de Lyell se debiese a que la teoría de Darwin le hubiera convencido. Dichos apuntes registran unos pocos pasajes de crítica, pues Lyell nunca aceptó la selección natural, con gran decepción para Darwin. Me gusta particularmente la metáfora hindú de Lyell, que expresa muy bien la objeción clásica de que la selección natural puede actuar como un ejecutor de los no aptos, pero no puede crear la adaptación: «Si tomamos los tres atributos de la deidad de la tríada hindú, el Creador, Brahma, el preservador o sostenedor, Visnú, y el destructor, Siva, la selección natural será una combinación de las dos últimas, pero sin la primera, esto es, sin el poder creador, no podemos concebir que las otras tengan alguna función» (en Wilson, 1970, 369).

En cambio, los cuadernos de notas, casi con un repetitividad obsesiva, registran la lucha de Lyell acerca del progreso en la historia de la vida; particularmente su enorme reticencia a situar los orígenes humanos en el curso ordinario de la naturaleza. Sin embargo, cuan-

do finalmente Lyell fue forzado a admitir tanto el hecho del progreso como la inclusión de los humanos en la secuencia estándar de la vida, ¿qué estrategias podría adoptar para explicar su retirada? Sólo imaginó dos alternativas: podía, por una parte, aceptar el credo del progresismo *in toto*, y admitir las extrañas leyes de progreso y (lo más desagradable de todo) quizá incluso los períodos de extinción en masa con la recreación subsiguiente a altos niveles de complejidad; o bien, por otra parte, podría explicar el mismo fenómeno del progreso como una consecuencia de la evolución. Un pasaje clave revela que la angustia de Lyell se centraba en el hecho del progreso y que concebía la evolución como una explicación más aceptable para el avance de la vida que el anticuado progresismo en su forma pura:

No hay más que una pequeña diferencia entre el consumado progresista y Lamarck, pues en un caso se introduce algún *modus operandi* desconocido llamado creación y amite la regulación mediante una ley productora de un desarrollo progresivo, y en el otro caso, se adopta una extensión o multiplicación en el tiempo de la facultad de variedad de elaboración, en lugar del desconocido proceso llamado Creación. Esta es la teoría de las series regulares del perfeccionamiento progresivo de los seres que culmina en el Hombre como parte de la misma, lo cual es la conclusión verdaderamente asombrosa destinada, de establecerse, a derrumbar y trastornar completamente los dogmas teológicos recibidos y los ensueños filosóficos tanto como la Transmutación... Ahí la elección entre las hipótesis rivales [evolución y progresismo] parece menos de lo que normalmente se imagina (en Wilson, 1970, 222-223).

Considero esta última afirmación (repetida muchas veces con pocas variaciones a lo largo de los diarios) como la clave de la conversión de Lyell. El no acepta la evolución debido a que los hechos la proclaman, ya que encuentra pequeña la elección entre la evolución y el progresismo como una explicación a los fenómenos de perfeccionamiento, ahora costosamente admitidos. ¿Entonces, por qué prefiere la evolución?

La respuesta de Lyell parece clara en los diarios: la evolución es la posición de mínima retirada de las restantes uniformidades, una vez admitido el progreso en la historia de la vida. Si se aceptase el progresismo, entonces se amenazaría la uniformidad de proporción, ya que la extinción en masa fue, en gran medida, el fundamento de la mecánica progresista. Incluso la uniformidad de las leyes podría

desafiarse, si se invocase un proceso esencialmente misterioso de creación como la causa de origen (recordemos que Lyell nunca ha sido creacionista, sino agnóstico, acerca del origen de las nuevas especies). ¿Y qué hay sobre la uniformidad de proceso? Ya que el poder creativo opera intermitentemente y no se ha observado nunca en nuestro planeta, ¿cómo podemos saber algo sobre ello mediante procedimientos actualizadores (*actualists*)?

Sin embargo, con la evolución, Lyell podía apoyar su defensa y renunciar sólo a una de las uniformidades; su amado ciclo del tiempo está seguro, pero mejor un cuarto que el edificio completo. Con la evolución podía fundamentar la uniformidad de proporción, especialmente con el agradable compromiso de Darwin *de natura non facit saltum* (la naturaleza no va a saltos). También podía continuar adherido tanto a la uniformidad de ley, pues la evolución «tiene la ventaja de introducir una Ley general conocida, en lugar de una invención general perpetua de una Causa Primera» (en Wilson, 1970, 106), como al «actualismo» (*actualism*), pues Darwin insistió en que los cambios a pequeña escala producidos por los criadores y plantadores fueron, por extensión, la sustancia de todo cambio evolutivo.

En una palabra, Lyell aceptó la evolución en orden a preservar sus tres uniformidades restantes; de ese modo retuvo de su concepción uniformista tanto como era posible, cuando finalmente los hechos del registro fósil le obligaron a la penosa lealtad al progreso en la historia de la vida. Aunque interpretó la adhesión de Lyell a la evolución como la opción intelectual más conservadora de que disponía, no debemos minimizar el dolor y los problemas intelectuales que le provocó. Consideremos este destacado pasaje, con su afirmación resplandeciente del intelecto humano y de la honestidad básica ante la complejidad del mundo:

Las especies son abstracciones, no realidades, son como géneros. Los individuos son las únicas realidades. La Naturaleza ni fabrica ni rompe moldes; todo es plástico, no fijo, transitorio, progresivo o retrógrado. Sólo hay un gran recurso al que acudir, una confianza de que todo es para lo mejor, creer en Dios, una creencia de que la verdad es el objetivo más grande, que si destruye algunos ídolos es que es mejor que desaparecieran, que el inteligente soberano del universo nos ha dado su gran volumen como un privilegio, y que su interpretación es suíble (en Wilson, 1970, 121).

La uniformidad de cambio

Desde que Lyell finalmente abandonó el ciclo del tiempo para la historia de la vida, este eje de su concepción original se ha desprendido de ella; pocos geólogos activos se han dado cuenta de que Lyell se adhirió a la uniformidad de estado y no entienden la teoría de su padre fundador porque no reconocen su piedra angular.

Pero el gradualismo, o la uniformidad de cambio, experimentó un destino diferente. Lyell fortaleció, si cabe, su compromiso con su otra uniformidad esencial aceptando la evolución en la versión gradualista de Darwin. La uniformidad de cambio, por tanto, ha persistido hasta nuestros días, no siempre aceptada por los geólogos sino entendida como la concepción de Lyell. Desafortunadamente, el tropel de retórica de Lyell también nos ha llegado en su forma no modificada; su mezcla de método y esencia. Durante más de un siglo muchos geólogos han sido sofocados (el abanico de las hipótesis falsamente canalizadas y restringidas) debido a la creencia de que el método propio incluye un compromiso *a priori* con el cambio gradual y a una preferencia por la explicación de los fenómenos a gran escala como la concatenación de innumerables cambios diminutos.

Los propios intentos de Lyell de fundamentar un programa de investigación sobre la uniformidad de estado fracasaron cuando su método estadístico para insertar zonas en el período Terciario resultó ser inconsistente con los criterios de los expertos para la designación de las especies (Rudwick, 1978) y, especialmente, cuando no pudo extender su método más allá del Terciario para fundamentar una práctica general arraigada en el majestuoso ciclo del tiempo. Si la uniformidad de cambio se aplicase realmente a la introducción de especies (si el experimentador de las judías de la vida introdujese y retirase estas unidades básicas aleatoriamente a un ritmo constante), entonces Lyell podría haber extendido su método al abismo del tiempo. Pocas especies modernas podrían encontrarse en las rocas del Eoceno (definidas como un 3 por ciento de las formas modernas), y ninguna en los estratos anteriores. Pero, en principio, se podrían establecer nuevas líneas base para empujar más atrás el método de Lyell. Se podría, por ejemplo, tabular la lista de las especies del Eoceno y, entonces, establecer zonas en los estratos del período Secundario mediante los porcentajes de las especies todavía vivas en el Eoceno.

Lyell divisó precisamente este procedimiento. Con coraje, designó un caso de dificultad, posiblemente disconfirmatorio, de una prueba potencial de su paleontología estadística basada en el majestuoso ciclo del tiempo. Observó un impedimento incapacitante para cualquier esquema de datación del estrato Secundario mediante los porcentajes de las especies vivas en la época del Eoceno (la primera división del período Terciario). Estudió las capas de Maastricht, las unidades más altas del período Secundario y observó que no contenían unas especies singulares también encontradas en los estratos del Eoceno. ¿Pero, qué podría producir tal discordancia, pues las rocas del Eoceno reposan directamente sobre el Maastricht? En el mundo del gradualismo de Lyell esta peculiar circunstancia podría tener sólo una interpretación: un inmenso período de no sedimentación, mayor que el de todo el período Terciario debía separar las capas de Maastricht y del Eoceno. El ciclo del experimentador de las judías se ha adelantado todo un curso durante este intervalo sin evidencia conservada:

Allí aparece, entonces, un abismo mayor entre los restos orgánicos, las capas del Eoceno y las de Maastricht, que entre las del Eoceno y los estratos recientes; pues hay algunas conchas que vivieron en las formaciones del Eoceno, mientras que no hay fósiles eocénicos en el grupo secundario más reciente. No es improbable que un mayor intervalo de tiempo pueda quedar indicado por su mayor disimilaridad en los restos fósiles.... Quizá, podríamos en lo sucesivo detectar series iguales e incluso mayores, intermedias entre las capas de Maastricht y los estratos del Eoceno [que entre el Eoceno y la Reciente] (III, 328).

Una predicción sustancial requerida por el majestuoso ciclo del tiempo, aunque errónea como ahora sabemos. Los oponentes catastrofistas de Lyell han abogado lo suyo por una alternativa obvia: ningún enorme lapso de tiempo separa las capas de Maastricht y del Eoceno; más bien, un episodio catastrófico de extinción masiva marcó el final de la época Secundaria; y esta gran matanza, más que una inmensidad de tiempo interpolado sin justificarse con evidencias, es lo que explica la discordancia de las faunas. Ahora sabemos que los catastrofistas estaban en lo cierto. La transición Cretácico-Terciario (como ahora se la denomina) está entre los cinco grandes episodios de extinción en masa que han puntuado la historia de la vida. Eliminó los dinosaurios y su parentela, junto con un 50 por ciento de todas las especies marinas.

El gradualismo de Lyell ha actuado como un sistema de anteojeras, canalizando las hipótesis en una dirección de entre un amplio abanico de alternativas plausibles. Sus efectos restrictivos han sido particularmente duros para aquellos geólogos que sucumbieron al aparato retórico de Lyell y creyeron que el cambio gradual era preferible (e incluso era requerido) *a priori* debido a que los diferentes significados de la uniformidad eran postulados necesarios del método. Una y otra vez en la historia de la geología posterior a Lyell, detectamos hipótesis razonables de cambio catastrófico, rechazadas mediante la falsa lógica que les marcaba como acientíficos en principio. Así, la hipótesis correcta de J. Harlen Bretz de la formación de los terrenos (*scablands*) acanalados de Washington debidos a inundaciones catastróficas fue muy minimizada por los uniformistas, que propusieron más tiempo y muchos ríos pequeños apoyados sobre poca base más allá de la repugnancia por las catástrofes (varios destructores en la famosa confrontación de 1927 entre Bretz y los científicos del Informe Geológico de los Estados Unidos admitieron que nunca habían visitado el área, pero que estaban dispuestos a proponer las alternativas gradualistas como preferibles *a priori*; ver Baker y Nummedal, 1978; Gould, 1980). Y el *New York Times*, nada menos que en sus páginas editoriales, ha proclamado que el impacto extraterrestre como una causa catastrófica de la extinción del Cretácico-Terciario no tiene cabida en la ciencia: «Los sucesos terrestres, como la actividad volcánica o el cambio en el clima o el nivel del mar, son las causas posibles más inmediatas de las extinciones en masa. Los astrónomos deberían dejar a los astrólogos la tarea de buscar las causas de los sucesos terrestres en las estrellas» (Abril, 2, 1985).

No obstante, la hipótesis de Alvarez del asteroide o del impacto cometario es una idea potente y plausible que radica en la evidencia inesperada de una capa de iridio a lo largo de todo el mundo en el límite Cretácico-Terciario y no en un desarrollo relizado por un anti-lyelliano de sillón. Debe probarse en el terreno y no minimizarse *a priori*. A la luz de esto, y como ejemplo final de cómo la confusión retórica de Lyell puede ahogar la investigación legítima, veo la dura despedida de Lyell del científico del siglo XVII William Whiston, porque se arriesgó a promover cometas, y no sólo agentes terrestres, como las fuentes del cambio geológico. Los cometas, puntualizo, son ahora un mecanismo favorable para la extinción en masa bajo la hipótesis de Alvarez: «El [Whiston] retrasó el verdadero

progreso, distrayendo a los hombres de la investigación de las leyes de la naturaleza sublunar e induciéndoles a malgastar tiempo en especulaciones sobre la potencia de los cometas para dragar las aguas del océano sobre la tierra; sobre la condensación de los vapores de sus colas en el agua y otras cosas igualmente edificantes» (I, 39).

Muchos geólogos, especialmente si creyeron lo que leían de estudiantes en los pseudo-libros de texto, creen que Lyell fue el fundador de la práctica moderna de nuestra profesión. Yo no niego que los *Principios de Geología* fueron los más importantes, de mayor influencia y, seguramente, el trabajo más bellamente artesonado de la geología del siglo XIX. Sin embargo, si preguntamos cómo la concepción predominante de Lyell ha influido en la geología moderna, debemos admitir que las concepciones corrientes representan un suave y bonito entrecruzamiento entre las actitudes mantenidas por Lyell y los catastrofistas. Nos adherimos a las dos uniformidades metodológicas de Lyell como fundamento de la práctica científica característica y continuamos alabando a Lyell por su defensa ingeniosa y enérgica. Pero las uniformidades de ley y de proceso fueron una propiedad común tanto de Lyell como de sus oponentes los catastrofistas; y nuestra lealtad corriente no marca el triunfo particular de Lyell.

Así, para las uniformidades esenciales de estado y de cambio, nuestro mundo complejo y múltiple dice sí y no parcialmente a ambas. El propio Lyell abandonó la uniformidad de estado para la historia de la vida, mientras un empuje importante de la investigación moderna en los estratos precámbricos (el primer quinto o sexto de la historia de nuestra Tierra) trata de identificar cómo la Tierra primitiva difería (en las consecuencias sedimentarias de una atmósfera desprovista de oxígeno, por ejemplo) del orden corriente de la naturaleza. El gran geólogo Paul Krynine calificó una vez al uniformismo («*uniformitarianism*» —pero significando sólo uniformidad de estado—) de «doctrina peligrosa» debido a que nos lleva a negar o a desvirtuar estas diferencias originales (Krynine, 1956). Incluso la uniformidad de cambio, el argumento más fuerte y persistente de Lyell, ha sufrido un ataque progresivo, en términos generales. En la historia de la vida, por ejemplo, los estilos puntuacionales alternativos se han invocado en todos los niveles, desde el origen de las especies (el equilibrio puntuado) al derrumbamiento de faunas enteras (hipótesis catastróficas de extinción en masa).

Lyell mediante su potencial intelectual y la fuerza de su concep-

ción, es digno de su estatus como el más grande de los geólogos. Pero nuestro entendimiento moderno no es ni su concepción pura, ni siquiera la predominante, sino más bien una mezcla inextricable y suave de uniformismo y catastrofismo. Lyell ganó una guerra retórica y arrojó a sus oponentes a un limbo de anticiencia, pero hemos sido llevados a equilibrar su dicotomía: porque tanto la flecha del tiempo como el ciclo del tiempo captan aspectos importantes de la realidad.

Epílogo

Muchos científicos activos han destacado por su ausencia de interés por la historia. En muchos campos, las revistas con más de una década de antigüedad se apartan de los estantes de las bibliotecas y se relegan a microfichas, fríos áticos o incluso al chiscón de los trastos.

Durante el verano de 1972, me encontré en Hole Woods con tres tunantes de los mejores paleontólogos y ecologistas de hoy día, Dave Raup, Tom Schopf y Dan Simberloff. Intentábamos (inmodestamente, en efecto, y con éxito limitado como sucedió) encontrar una nueva aproximación al estudio de la historia de la vida. Queríamos romper con la tradición paleontológica, que considerábamos ridícula: Una formación que hace profesionales expertos sobre grupos particulares en épocas particulares en lugares particulares y parecía descorazonador cualquier desarrollo de teorías generales que pudiera expresarse en términos comprobables y cuantitativos. Decidimos trabajar con modelos aleatorios de origen y extinción, tratando las especies como partículas sin propiedades concretas asociadas a su estatus taxonómico o su tiempo de florecimiento. Mientras hacíamos esto, nos dimos cuenta de que nuestros modelos tenían una destacada similitud conceptual con el método de Lyell para la datación del período Terciario. En efecto, vimos que su concepción del majestuoso ciclo del tiempo se había convertido en el fundamento de nuestra propuesta. Y así, durante cuatro horas, cuatro jóvenes científicos, lejos de cambiar el mundo sentados alrededor de una mesa, hablaban de Charles Lyell.

Mi colega Ed Lurie, distinguido erudito de Louis Agassiz, me contó una vez que había intentado librarse de Agassiz durante años y dedicarse a otras áreas de la biología americana del siglo XIX. Pero no pudo, pues Agassiz era tan importante que su sombra se extendía

por todas partes. Cualquier exploración sobre cualquier subcampo de la biología americana llegaba a ser, por lo menos en parte, un estudio de la influencia de Agassiz.

Yo siento casi de la misma forma sobre Charles Lyell. No he hecho un esfuerzo activo por evitarle, pero tampoco solicito su presencia. Todavía no puedo escapar de él. Si reconozco la siniestra influencia de su retórica, mi búsqueda de una formulación diferente todavía abraza otro aspecto de su concepción. Así, cuando Eldredge y yo desarrollamos la teoría del equilibrio puntuado, intentamos, sobre todo, contrarrestar la predisposición de Lyell del gradualismo y su método de exploración detrás de las apariencias que defendía la uniformidad de cambio en contra de la evidencia de la lectura literal; pues el equilibrio puntuado, como su afirmación esencial, acepta el registro literal de las apariencias geológicas abruptas y consiguientemente se establece como realidad para muchas especies y no como expresión del gradualismo filtrado a través de un imperfecto registro fósil. Nos sentimos terriblemente orgullosos por la ruptura de lo que se veía como una cerradura conceptual situada, mediante la concepción de Lyell, ante la ciencia de la paleontología. Pero entonces, desde otro punto de vista, ¿qué es el equilibrio puntuado sino una concepción no gradualista de la teoría de la evolución aplicada a la concepción *original* de Lyell de las especies en tanto que partículas discretas, originándose en momentos geológicos en el espacio y el tiempo y persistiendo invariables hasta su extinción? Lyell ha comprometido esta concepción al adherirse al acontecer gradual de la evolución para recuperar las uniformidades, pero nos ha llevado de vuelta a su formulación original. Según parece, hemos atacado a Lyell en orden a encontrarle.

Podría inundarles con palabras, como en efecto ya lo he hecho, sobre el poder e importancia de la concepción de Lyell. Pero cualquier científico les dirá que, en la práctica, la utilidad es el único criterio significativo de éxito. No puedo ofrecer un mayor homenaje a Charles Lyell que mi testimonio personal de que él domina mi mundo de trabajo como un coloso.

Capítulo 5

FRONTERAS

El Trono de Hampton y la portada de Burnet

En su obra *El camino a la Meca*, Athol Fugard nos cuenta la verdadera historia de Helen Martins, anciana sudafricana de origen holandés, viuda de un granjero, y habitante de la aislada villa de Karroo, en New Bethesda. Al final de su vida, tras recibir el impacto de cierta visión, empezó a modelar en el jardín de su casa una serie de estatuas de cemento, a las que les daba una cobertura brillante. Se trataba de monumentos ecuménicos de carácter religioso, no precisamente cristianos, con los que marcaba su camino personal hacia la Meca. Marius Byleveld, reverendo del lugar, enamorado de Helen, en secreto porque respetaba los principios de su comunidad, quería internarla en un asilo de ancianos, más por caridad y auténtica preocupación por su salud, que por los motivos reaccionarios que pudiera tener con ella la Iglesia reformada holandesa. En una emocionante escena, Helen se enfrenta a Marius: ¿por qué todos dicen que estoy loca? Un loco ha perdido el contacto con la realidad. Y ella, para hacer sus queridas estatuas, tuvo que aprender a mezclar el cemento y a triturar latas de cerveza en un molinillo de café para conseguir el brillo.

James Hampton (1909-1964), un hombre de color, de Elloree, Carolina del Sur, trabajó como portero de noche en varios edificios públicos de Washington D.C. En 1931, y a partir de entonces con cierta frecuencia, Hampton recibió la visita, en forma física, de Dios y de sus ángeles, dándole instrucciones para que construyera la sala del trono de Cristo, con vistas a su segunda venida. En 1950, Hampton alquiló un frío y oscuro garaje en un barrio pobre, diciéndole al dueño que estaba «trabajando en algo» que no le cabía en la habitación que ocupaba en una pensión. Allí fue donde, hasta que le vino la muerte en 1964, realizó una de las mejores obras de la escultura popular americana: *El Trono del tercer ciclo de la Asamblea general del milenio de la nación*, que ahora se exhibe en el Museo Nacional de Arte Americano de Washington D.C.

El turno de portero de Hampton terminaba a medianoche; entonces era cuando, todos los días, acudía a su garaje, donde trabajaba durante unas cinco o seis horas. No dejemos que nadie juzge con malas intenciones las motivaciones de James Hampton o Helen Martins. Sus visiones proporcionaron alegría y motivación a sus vidas, que, de otra manera, para gran parte de la sociedad, hubieran pasado desapercibidas como indignas de atención, o se les hubiera considerado en una última fase de su ocaso.

El trono de Hampton se compone de 177 piezas independientes (ver figura 5.1), alzadas sobre plataformas, y dispuestas simétricamente en torno a una estructura central (figura 5.2), que presumiblemente sea el trono para la segunda venida de Cristo. Hampton talló sus piezas con consumada ingenuidad y paciencia, a partir de partes y fragmentos de objetos usados o desechados. Las piezas más grandes se construyeron sobre la base de un mueble viejo. El trono central es una butaca con una descolorida tela roja de colchón; y serrando por la mitad una gran mesa redonda obtuvo dos ofertorios semicirculares. (Los vendedores de muebles usados del distrito cercano al garaje de Hampton recuerdan cómo solía merodear entre las mercancías, para al rato volver con un carrito de juguete que cargaba con sus tesoros.) También había otras piezas que no tenían una base tan concreta. Algunas estaban diseñadas a partir de paneles de material aislante, y otras, a partir de los cilindros huecos de cartón que se utilizan para guardar los rollos de moqueta.

Sobre esta base, Hampton, cosiendo, forrando, clavando y utilizando todo tipo de medios de fijación, fue añadiendo una gran variedad de ornamentos relucientes. Anduvo por todo su barrio bus-



FIGURA 5.1.—*La composición completa de James Hampton: Trono del tercer cielo de la Asamblea general del milenio de la nación, mostrando su simetría bilateral.*

cando cualquier objeto con el que pudiera conseguir contrastes dorados y metálicos —en los escaparates de las tiendas, en las cajas de cigarrillos, en los rollos de papel de aluminio para cocina; incluso compraba a los vagabundos del barrio el plomo de los precintos de sus botellas de vino—. A todas partes iba cargando un saco en el que metía todo lo que encontraba en las calles. Tampoco le ponía pegas a las bombillas, las láminas de plástico, el papel secante o el material aislante, que encontraba en los cubos de basura de los edificios del gobierno en los que él trabajó.

Estos fueron los materiales que utilizó Hampton para hacer todos sus complicados ornamentos. La principal decoración de la mayoría de las estructuras consistía en bombillas y tarros de mermelada cubiertos por papel de aluminio, las alas y estrellas las hacía con papel y cartón (también revestidas con papel de aluminio), compuso hileras de protuberancias con bolas de papel de aluminio estrujado (y con hojas de periódico rodeadas de papel de aluminio), y revistió, los bordes de las mesas con finos tubos de cable eléctrico cubiertos con papel de aluminio dorado.

Aunque verdaderamente me maravillé al contemplar por primera vez en Washington la ingeniosa construcción del trono de Hampton,



FIGURA 5.2.—El trono de Cristo, pieza central de la composición de Hampton.

lo que más impacto causó en mí fue el evidente y complejo concepto que inspiraba el conjunto. Las simetrías son abrumadoras —y enteramente consistentes—. Cada pieza presenta una simetría bilateral en torno a su eje central (figuras 5.2 y 5.3), igual que en el cuerpo humano (no «simétrico con respecto a varios ejes», como escribió Hartigan en 1976). Esta simetría domina todo el diseño —las 177 piezas muestran una perfecta simetría bilateral en torno al eje central que define el trono de Cristo (figura 5.1)—. Cada pieza a la derecha del trono de Cristo tiene su correlato a la izquierda. La simetría alcanza hasta el más mínimo detalle de la filigrana de la estrella, aunque sea de cartón cubierto por papel de aluminio.

Cuando vi el trono de Hampton por primera vez, estaba pensando precisamente sobre este libro, y la verdad es que no tenía claro cómo hacerlo y ni siquiera si hacerlo. La metáfora del ciclo del tiempo y de la flecha del tiempo había desvelado, al menos para mí, el significado central de los tres principales, y generalmente malinterpretados, documentos de mi profesión. Había captado una tensión y una resolución en la bella figura de esta metáfora que hace Burnet para su portada (ver figura 2.1). En un breve *coffee-break* de un aburrido congreso aproveché para vagar por la sala del museo donde estaba expuesta la composición de Hampton, entonces fue cuando fui atraído y cautivado por su esplendor.

Este libro se gestó durante los siguientes diez minutos, en uno de esos momentos mágicos de la vida de un intelectual. Mirando el trono de Hampton veía la portada de Burnet. El concepto de las dos composiciones era el mismo; ambas mostraban el mismo conflicto, y planteaban la misma solución, entre la flecha del tiempo de la historia y la inmanencia del ciclo del tiempo. No es que simplemente su intencionalidad fuese parecida, es que también eran idénticas hasta en el más mínimo detalle.

En el gran escaparate de la historia universal de Burnet, Cristo aparece en lo alto de un círculo de esferas, proclamando (en griego) su inmanencia según el famoso pasaje de la Revelación: Yo soy Alfa y Omega. En la creación de Hampton, el trono de Cristo aparece en lo alto y en el centro, y Hampton utilizó la misma cita para ilustrar su idea —así en la pizarra en la que organizó el boceto de su plan se puede leer en lo alto y en el centro: YO SOY ALFA Y OMEGA (*sic*) EL PRINCIPIO Y EL FINAL (figura 5.4).

Igual que las esferas de Burnet muestran la flecha de la historia, partiendo de la izquierda de Cristo, pasando por nuestro presente,



FIGURA 5.3.—Otra pieza del centro del Trono de Hampton. Llama la atención la simetría bilateral que presenta cada una de las piezas consideradas por separado.

abajo, y llegando al futuro en la mano derecha de Jesús, la composición de Hampton recuerda, a la izquierda del trono, el Viejo Testamento, con Moisés y los Diez Mandamientos; y a la derecha el Nuevo Testamento, con Jesús y con la Gracia Divina. En la parte más alta de la hilera que corona el trono de Cristo aparecen dos placas, que a izquierda y derecha determinan la datación de cada uno



FIGURA 5.4.—Pizarra de Hampton donde plantea el boceto de su composición. Llama la atención su gran parecido simbólico con la portada de Burnet: En ambas aparece Cristo en lo alto y se cita la misma línea de la Revelación. La historia es un círculo, que empieza y termina en Cristo.

de los lados que separa el trono —a.C. a la izquierda, y d.C. a la derecha (figura 5.5)—. En la pared izquierda del garaje de Hampton se encontró una fila de placas con los nombres de los profetas, y en la pared de enfrente, placas con inscripciones de los apóstoles.

Lo mismo que las composiciones de Burnet y Hampton muestran la flecha de la historia (en un orden escatológico adecuado, a la izquierda de la divinidad un pasado terrible, y a la derecha un futuro brillante), también proclaman la inmanencia de la gloria de Dios. No solamente Cristo anuncia su eterna presencia en ambos, sino que también (y más importante) vemos cómo el ciclo de la historia discurre por un elaborado diseño, en el que cada evento del pasado, con precisión y simetría, tiene su correlato en el futuro¹. En la

¹ Cuando vi por primera vez el trono de Hampton en Washington, advertí que



FIGURA 5.5.—Las inscripciones AD y BC [a.C. y d.C.] emplazadas simétricamente en torno a la línea media del Trono de Hampton, ilustran la dirección de la fecha del tiempo.



portada de Burnet, a la izquierda, se puede ver cómo, tras la consolidación de los elementos del caos primitivo, aparece un planeta en estado perfecto; y, en la misma posición pero a la derecha, aparece de nuevo un planeta perfecto, esta vez tras la precipitación de los elementos de un incendio universal —y en el mismo sentido, podemos ver a la izquierda la tierra destruida por la inundación del Diluvio Universal, y a la derecha la tierra consumida por el fuego.

En el trono de Hampton, cada una de las piezas de la izquierda (a. de C.) tiene su correlato en la derecha (d. de C.), situado en la misma posición y construida con la misma simetría hasta el más mínimo detalle —pero proclamando un mensaje diferente—. La interrelación entre las piezas de ambos lados, es un intento de unificar el mensaje del Viejo Testamento sobre leyes y mandamientos, con las declaraciones del Nuevo Testamento sobre Salvación y Gracia. Para citar solamente un ejemplo (figura 5.6), un tablero de la izquierda luce una placa con la siguiente inscripción (la citamos tal como la escribió Hampton):

Yo soy el que soy.
Moisés
y Dios proclamaron todas
estas palabras, diciendo:
Yo soy el Señor, tu Dios,
que ha traído
el Mandamiento

la disposición de las piezas con que se exhibía estaba invertida —con las representaciones del Viejo Testamento a la derecha del trono de Cristo, y las del Nuevo Testamento a la izquierda—. Al principio no me molestó, pensé que un hombre con la poca formación de Hampton no tenía por qué conocer las convenciones de la escatología. Ahí tuve que pararme: ¿cómo me atrevía yo a hacer tal suposición?, ¿quién soy yo, un paleontólogo judío en un *coffee-break*, para suponerme un conocimiento superior de la tradición cristiana? Entonces decidí escribir al director del museo, sugiriendo la posibilidad de que hubieran invertido la disposición de los elementos. Después de contrastar la disposición del trono en las fotos del garaje de Hampton, me escribió dándome la razón. Hampton había seguido el orden convencional en el ordenamiento de su composición, con las representaciones del Viejo Testamento a la izquierda de Cristo. Y en el museo se ha recuperado la disposición original. No digo esto por jactarme (quizá en parte sí), sino porque me parece muy sugerente, en relación a la presencia del ciclo del tiempo, el que un naturalista, conocedor sólo de la portada de Burnet, pudiera reconocer esta alteración en el orden de lo poco que se sabe de un tema abstracto e inmutable con el paso de los siglos.

de fuera de la tierra de
Moisés.

En el lado derecho, la placa correspondiente dice:

Santiago,
La segunda relación de
los diez mandamientos
fue dada por Santiago
Santiago
Milennium

El tema de la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo, y su necesaria unificación para lograr una visión adecuada de nuestra historia y de nuestro estatus, debe ser efectivamente poderoso y omnipresente, como para motivar, de una manera tan esencialmente parecida, las visiones de un gran intelectual del siglo XVII, confesor privado del rey de Inglaterra, y las de un hombre de color, portero de noche en el actual Washington D.C.

Reflexiones de fondo en torno a las flechas y los ciclos

Durante años he pronunciado, en cursos de introducción, conferencias sobre los temas de la flecha del tiempo y del ciclo del tiempo. Y nunca ha faltado la pregunta de un estudiante, formulada con la encantadora ingenuidad de un novato, que piensa que los profesores siempre tienen respuestas simples para los temas más profundos de cualquier época: Bien, ¿cuál es el correcto? Yo siempre respondo con la única respuesta posible: «los dos y ninguno».

Frecuentemente intentamos encajar la complejidad de nuestro mundo dentro de los confines de lo que la razón humana puede entender, reduciendo el hiperespacio de la verdadera complejidad conceptual a una simple línea, y etiquetando los extremos de la línea como polos opuestos —de manera que toda la riqueza se reduce a una dimensión y al contraste de una supuesta oposición—. Todas estas dicotomías son falsas (o incompletas) porque solamente pueden captar una fracción de la diversidad actual, pero podría plantearse una más adecuada (o al menos más productiva), si el eje de su contraste particular pudiera expresar algo más fundamental, de más am-



FIGURA 5.6.—Estructuras simétricas correspondientes a las partes izquierda y derecha del Trono de Hampton; en ellas pueden verse las inscripciones (véase texto) acerca de las repeticiones que ofrece el ciclo del tiempo.



plia implicación, o más en armonía con las ideas de los que participan en el debate actual (para una discusión más amplia sobre las dicotomías, ver el capítulo 1).

He sacado la conclusión de que, si tenemos que dicotomizar, la dicotomía referente al ciclo del tiempo y a la flecha del tiempo ofrecería el contraste más productivo para el entendimiento de los problemas que subyacen en la revolución con la que la geología ha contribuido o podría contribuir en lo general del pensamiento humano —el descubrimiento del tiempo profundo—. Llegué a esta conclusión por varias razones: creo que los principales autores que se enfrentaron al tiempo y al significado de la historia, entre finales del siglo XVII y mediados del XIX, han mantenido esta forma de dicotomía en la vanguardia de sus pensamientos; y así, aunque enfrentar ciclos con flechas resulte tan simple y restrictivo, como lo es cualquier sencillo contraste, al menos era *su* dicotomía. Para mí, este contraste se convirtió en la llave que me abrió la estructura y el significado de importantes documentos históricos, que ya había leído tantas veces y que nunca había conseguido entender en un sentido unificado. También recuerdo el contraste entre flechas y ciclos como una dicotomía particularmente «adecuada», porque cada uno de sus polos capta un principio absolutamente necesario para el entendimiento humano de la complejidad del fenómeno histórico, mientras que otras dicotomías propuestas, como la evolución en contra de la creación, no pueden ser tan productivas, porque sus extremos no pueden equilibrarse, al menos en el sentido en que lo hacen ciertas cuestiones ya clásicas (por ejemplo, la historia de la vida), y necesariamente tiene que haber un lado equivocado que pierda todo interés intelectual, aunque no sea del todo despreciable desde el punto de vista de la influencia política. La evolución termina con la creación (en su versión estricta, donde todas las especies han sido creadas *ex nihilo* en un planeta joven), mientras que las flechas y los ciclos se necesitan mutuamente para poder entender el significado de la historia. Flechas y ciclos son «metáforas eternas».

La flecha del tiempo expresa la profundidad de una manera que para muchos puede resultar decepcionante o excesivamente oscura, concretamente en relación al argumento de que la «historia» subyace bajo este o ese fenómeno (y no bajo una ley de la naturaleza o bajo un principio de inmanencia atemporal). La esencia de la flecha del tiempo descansa en la irreversibilidad de la historia y en la irrepetible

unicidad de cada uno de los pasos de una secuencia enlazada por conexiones físicas —del ancestral antropomorfo al humano moderno, de los sedimentos de una vieja cuenca oceánica a las rocas del último continente—. Abstrayendo elementos a partir de una totalidad podemos registrar las predecibles (y repetibles) operaciones de las leyes de la naturaleza, pero los detalles de toda una configuración son «la historia», en el sentido de que no pueden repetirse, y que con cualquier otra serie de antecedentes se produciría un resultado diferente.

Hoy podríamos juzgar esta declaración como algo obvio o banal, pero tenemos que señalar el importante papel que ha desempeñado dentro del movimiento conceptual con el que hemos ampliado el campo de la historia, y con el que hemos aprendido a entender la historia con la complejidad contingente que realmente tiene, y no como una armonía preestablecida. Por ejemplo, muchos populares esquemas taxonómicos pre-darwinianos se basaban en la numerología —la agrupación de todos los organismos en ruedas de cinco, por ejemplo, estableciendo correspondencias exactas entre los radios de todas las ruedas—, de tal manera que los peces, en la rueda de los vertebrados, se corresponderían con los equinodermos de la rueda de todos los animales, porque ambos viven exclusivamente en el mar; o los mamíferos, de la rueda de los vertebrados, que se corresponderían con los vertebrados de la rueda de todos los animales, porque ambos representan la cumbre en sus respectivos sistemas. Este esquema, propuesto por William Swainson y otros «quinarios» de principios del siglo XIX (ver figura 5.7), podría servir para un mundo sin historia, donde los organismos, igual que los elementos de la tabla periódica, siguieran leyes atemporales de la naturaleza, y no las complejas contingencias de la genealogía. Darwin, de un soplo, eliminó cualquier vestigio de racionalidad que pudieran tener estas numerologías. El ángel exterminador era historia, y no tenía nada que ver con evolución. Algunas teorías de la evolución podrían llegar incluso a permitir una simplicidad de ese orden, pero no el verdadero sistema histórico que planteó Darwin, donde una selección natural seguía la huella de un complejo e impredecible vector de cambio geográfico y climático, caracterizado por una aleatoriedad esencial en las fuentes de variación. Hoy tendemos a ridiculizar a Swainson, pero su sistema en absoluto fue absurdo ni irracional (y en su día fue muy popular). El quiniarismo es inteligible en un mundo concebido sin historia, y hoy sabemos que el orden taxonó-

mico es un producto de «la historia» —y la complejidad de las genealogías de la vida no puede reducirse a círculos de cinco.

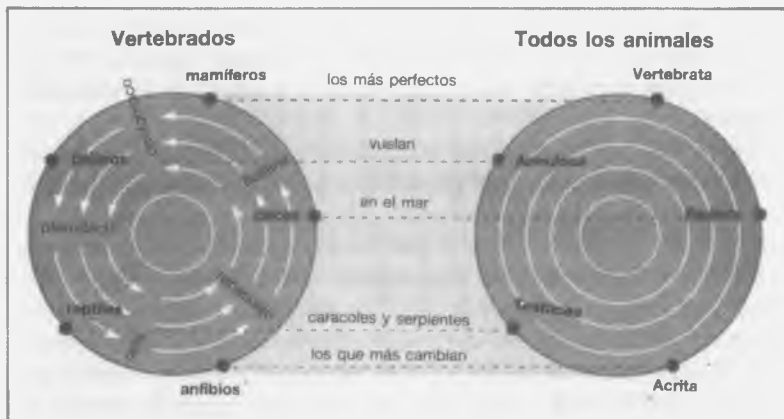


FIGURA 5.7.—Sistema taxonómico rigidamente numerológico de Swainson, inconcebible como clasificación de los organismos en un mundo supeditado a una historia contingente.

Igualmente, las predecibles, y de antemano dirigidas, historias geológicas de Burnet y Steno, son solamente inteligibles en un planeta joven, imbuido por la vigilancia de un creador que deja clara constancia de lo armonioso de su pensamiento —pero no para un planeta viejo, que durante billones de años ha discurrido por los contingentes senderos de «la historia». Las leyes de las placas tectónicas pueden ser simples y atemporales, pero con el tiempo, cuando trazamos la configuración actual de los continentes, encontramos que han dado lugar a unos resultados de compleja unicidad.

La flecha del tiempo de «la historia» marca a cada momento del tiempo con una etiqueta diferenciadora. Pero, en nuestro intento de entender la historia, no podemos contentarnos simplemente con una marca que diferencie cada momento o con una guía para ordenar los sucesos en una secuencia temporal. La unicidad es la esencia de la historia, pero nuestro espíritu reclama una generalidad subyacente, algún principio de orden que trascienda a la diferenciación de los momentos —para que no seamos confundidos por la visión de Bor-

ges de un libro sin final y con una nueva ilustración cada dos mil páginas—. Así necesitamos también, urgentemente, la inmanencia del ciclo del tiempo.

La metáfora del ciclo del tiempo capta aquellos aspectos de la naturaleza que son estables o que se dan en series de simple repetición (u oscilación), por ser consecuencia directa de las leyes atemporales de la naturaleza, y no de la contingencia de los complicados caminos de la historia. La geometría del espacio regula la manera en que un número de esferas de diferente tamaño puedan llenar un mismo volumen, y lo hace mediante una serie de formas de colocar las esferas que se repiten regularmente —y la taxonomía de la ordenación molecular en los minerales es un compendio de todas estas posibilidades—. En la época de Linneo, muchos científicos tenían la esperanza de encontrar una taxonomía unificada para todos los objetos naturales, incluyendo las llamadas «especies» minerales, y que dicha taxonomía cumpliera las normas de la nomenclatura binomial desarrollada para los organismos. Este intento fue abandonado por considerar que se basaba en una percepción falsa de la unidad. Los organismos vivos siguen a la flecha del tiempo de la contingencia histórica, mientras que los minerales siguen el ciclo de la lógica geométrica inmanente. El sistema de clasificación dicotómico de la nomenclatura orgánica capta la realidad de la diversificación histórica y de la conexión genealógica; la ordenación de los minerales se establece de manera diferente, y no se puede expresar adecuadamente utilizando un sistema designado para clasificar los ítems, basado en una topología de continuas ramificaciones sin una coalescencia aparente.

La ordenación de los minerales conlleva una comparación, llena de significado, con los otros sistemas que cumplen las mismas leyes geométricas, aunque sus objetos sean absolutamente dispares. Hace ya unos años, en una convención internacional de mineralogía, tuve la suerte de visitar la Alhambra de Granada, primer paso en el entendimiento de la sensibilidad islámica para la regularidad geométrica en la ornamentación. Uno de mis colegas advirtió con placer que los patrones de simetría en el diseño de los azulejos de la Alhambra incluían todas las disposiciones bidimensionales que reconoce la mineralogía para las rocas.

Esta analogía en el ciclo del tiempo nos enseña algo esencial sobre la estructura de la naturaleza, porque la confluencia entre iones y azulejos no es un producto de «la historia». Las complejas

analogías que puedan aparecer dentro de la genealogía orgánica son remanentes pasivos de un ancestro común —la contingencia de los senderos de la historia no supone registro alguno de regularidades inmanentes—. (Yo utilizo para escribir los mismos huesos que utiliza un murcielago para volar, un gato para correr o una foca para nadar, porque todos hemos heredado nuestros dedos de un ancestro común, y no porque las leyes de la naturaleza hayan realizado el diseño de estos huesos de manera independiente y con la disposición necesaria.) La compleja analogía entre azulejos y patrones minerales refleja cómo, a partir de un desarrollo activo e independiente, se ha llegado al mismo resultado, porque se ha actuado bajo las reglas del orden natural inmanente.

Estos dos géneros de analogía —por la conexión genealógica, o flecha del tiempo, y por el reflejo, en hechos independientes, de las mismas leyes inmanentes, o ciclo del tiempo— deben aunar sus esfuerzos si queremos desenmarañar la complejidad de la naturaleza. La visión del ciclo del tiempo permitió a Hutton y a Lyell captar la idea del tiempo profundo, pero no se podrían diferenciar las unidades que componen la inmensidad de dicho tiempo profundo sin que la flecha del tiempo de los fósiles registrase un criterio sólido de unicidad para cada momento. Los neptunistas fracasaron en su interpretación estratigráfica porque cayeron en el error de considerar que las rocas contendrían signos de unicidad temporal. Pero las rocas son simples objetos, y sus analogías obedecen a que se hayan formado bajo condiciones análogas que se repiten cíclicamente, sin tener nada que ver con la flecha del tiempo de la genealogía. El adecuado criterio palenteológico, basado en lo que ahora sabemos sobre los contingentes caminos del cambio que propicia la evolución, es lo que nos permite marcar las diferencias que la matriz del ciclo del tiempo, según una flecha del tiempo, establece.

Los biólogos evolucionistas reconocen como el objeto fundamental de nuestra profesión el establecer las adecuadas distinciones entre las similitudes que presentan la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo. Así, hemos empezado por dar un nombre a las distintas similitudes, y llamamos *equivalencia homóloga* a la retención pasiva de caracteres compartidos a partir de un ancestro común a través de la flecha del tiempo de la genealogía, y *equivalencia análoga*, a la evolución activa de formas similares en diferentes linajes, que se da porque los principios inmanentes de la función especifican un rango limitado de soluciones ante los problemas comunes que se les plan-

tean a los diferentes organismos a lo largo del tiempo. Las alas de los pájaros, los murciélagos y de los pterodáctilos son muy parecidas, y lo similar de su diseño aerodinámico nos parecería sorprendente si tenemos en cuenta que no ha existido un antepasado con alas común para los tres, que la evolución al vuelo en estos tres linajes diferentes ha sido independiente. Mientras que la detallada similitud en el número y disposición de los huesos del brazo en el hombre, chimpancé y mandril no obedece a una ley de la naturaleza que actuara sobre producciones independientes, sino que simplemente es la herencia de un ancestro común.

Por tanto, todos los taxonomistas contemplan que, antes que nada, hay que diferenciar las equivalencias análogas de las equivalencias homólogas, para descartar las análogas y basar las clasificaciones exclusivamente en las homólogas —porque las taxonomías son registros del árbol genealógico—. Mientras que cualquier morfológico funcional pasaría por alto las equivalencias homólogas como simples repeticiones del mismo experimento, y estudiaría las análogas, porque cuando linajes diferentes desarrollan estructuras para una misma función, este tipo de equivalencias nos muestran los límites de la variedad.

La flecha de las equivalencias homólogas y el ciclo de las equivalencias análogas no son conceptos enfrentados que compitan por una hegemonía dentro de la naturaleza de los organismos, sino que mantienen una tensión interactiva con la que se establecen las diferencias y similitudes entre las criaturas. Son dos conceptos que se entretejen y que se apoyan el uno en el otro; así, por ejemplo, vemos cómo las leyes del ciclo del tiempo modulan los cambios sustanciales de la historia. La implacable flecha de la historia nos asegura que hasta la más intensa analogía portará signos de unicidad, y que será perfectamente emplazable dentro de una taxonomía y dentro del tiempo. El *Ictiosauro* (figura 5.8), descendiente de reptiles terrestres que volvieron al mar, evolucionó a una forma extraordinariamente parecida a la de los peces, incluso, sin que se le conozca ningún precursor con aletas, desarrolló una aleta dorsal, en la posición aerodinámica más adecuada, y en la cola, una aleta con dos lóbulos simétricos que reproduce la forma más óptima para la natación. Y por otra parte, el ictiosauro conserva signos de su herencia de reptil. La aleta dorsal no contiene un soporte óseo como en los peces; la columna vertebral se dirige hacia el lóbulo inferior de la cola, y no al superior o hacia ninguno, como en los peces; el soporte

de las aletas delanteras está constituido por huesos de dedos, no por espinas de pez. Dicho de otra manera, las características inmanentes y predecibles de un diseño adecuado se determinan a partir de materiales que presentan el sello de la flecha del tiempo. Lo que determina a un organismo que sea pez es un principio de diseño atemporal; el ictiosauro es un reptil particular, en un medio particular y en un tiempo particular. Dos visiones del mundo, eternas metáforas, que nos persuaden para que las reconozcamos dentro de cada organismo, y que, según el ánimo y los intereses de cada estudioso, reciben una atención más o menos especial: son la equivalencia homóloga y la equivalencia análoga, la historia y lo óptimo, la transformación y la inmanencia.

Entonces, ¿cómo podemos juzgar la interacción entre la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo dentro de cada objeto? De momento, puedo especificar dos aproximaciones que serían incorrectas: no se debe propiciar un concepto con la intención de excluir el otro (como hizo Hutton negando la historia, antes de que Lyell ampliara su visión convirtiéndose en un historiador del ciclo del tiempo); ni tampoco agarrarse a alguna forma de pluralismo insípido, donde los extremos se fundan en un indefinido término medio, y se pierda la



FIGURA 5.8.—*Ictiosauro* producido por las equivalencias homólogas de la flecha del tiempo y las análogas del ciclo del tiempo. La aleta dorsal y la caudal (con sorprendente precisión) coinciden con estructuras similares en los peces; sin embargo, el ictiosauro las ha desarrollado independientemente, a partir de su linaje de reptil terrestre. Y todavía mantiene signos que evidencian su origen de reptil (equivalencia homóloga), por ejemplo, su esqueleto, concretamente los huesos de los dedos en el interior de las aletas.

esencia de cada concepto —la unicidad de la historia y la inmanencia de la ley—. Después de todo, flechas y ciclos sólo son categorías de nuestra invención concebidas para clarificar una percepción. No son ideas que se mezclen, sino que cohabitan manteniendo una tensión y una interacción productivas.

Cuando en 1829 murieron Rita y Cristina (figura 5.9), las siamesas de Cerdeña, los eruditos de la época discutieron ampliamente, y sin resultados, la acuciante cuestión de si eran una o dos personas. El problema no pudo resolverse porque no existía una respuesta que se pudiese expresar en los términos que manejaban los intelectuales en aquellos días. Sus categorías estaban equivocadas y limitadas. Las fronteras entre la unidad y la pareja son imposiciones humanas, y no tienen que ver con la taxonomía de la naturaleza. Rita y Cristina se formaron a partir de un huevo sencillo, que sufrió alguna alteración en sus divisiones, lo que determinó una partición incompleta, naciendo una criatura con dos cabezas y dos cerebros, pero con un solo cuerpo de cintura para abajo. Rita y Cristina eran a la vez dos y una —no una mezcla, ni una más una mitad, sino una criatura que encarna lo esencial de la definición de la unidad y de la pareja a la vez, dependiendo su resolución de la perspectiva que se asuma o de lo que se pretenda que represente.

Esta misma tensión y multiplicidad ha invadido la visión occidental del tiempo. Algo esencial en nuestra tradición ha hecho que se requieran, para su inteligibilidad, tanto la flecha de la unicidad histórica como el ciclo de la inmanencia atemporal —y la naturaleza dice que sí a las dos—. Vemos representada esta tensión en la portada de Burnet, en el método de Lyell para datar la época terciaria y en el *trono* de Hampton. Igualmente la encontramos grabada en la iconografía de cualquier catedral medieval de Europa, donde la flecha de la evolución histórica parte de la tradición del Viejo Testamento, en las oscuras fachadas del norte, y llega a la resurrección y futura bienaventuranza, en las luminosas fachadas del sur. Incluso, además, podemos ver el ciclo dentro de la flecha. Una serie de correspondencias, como en las esferas de Burnet o la simetría de Hampton, sugieren que cada suceso de la vida de Cristo reproduce un incidente del ciclo previo del Viejo Testamento. Y lo vemos resumido en el ejemplo de las ruedas de Hutton: cada momento es similar, como reflejo de los principios atemporales, y diferente, porque la rueda del tiempo se mueve hacia delante.

En las vidrieras del siglo XII de Canterbury (figura 5.10), la mu-



FIGURA 5.9.—Rita y Cristina, siamesas gemelas de Cerdeña —no se trata de una ni de dos personas, son el centro indefinido de una continuidad.



FIGURA 5.10.—*El ciclo del tiempo en Canterbury. La historia de la mujer de Lot se repite en el consejo del ángel a los Reyes Magos: no volváis al país de Herodes.*

jer de Lot se convierte en estatua de sal, y su blancura contrasta duramente con el brillo de los colores de la imagen de Sodoma y Gomorra en llamas. En el panel correspondiente del segundo ciclo, los ángeles visitan a los Reyes Magos en un sueño, y les dicen que viajen inmediatamente a su país, y que no vuelvan al de Herodes. El mensaje es el mismo: No mires atrás.

En las claves de bóveda de la catedral de Norwich (figura 5.11) se representa a Noé y a los animales salvándose del diluvio en un arca, y, del segundo ciclo, a San Juan bautizando a Jesús con las aguas de la salvación.

En las vidrieras del siglo XVI de la capilla del King's College de Cambridge (figura 5.12), Jonás, expulsado del vientre de la ballena, representa a Cristo resucitando de su sepulcro —los dos se enfrentaron a la oscuridad de la muerte y volvieron al tercer día.

Pero es la gran vidriera de la fachada sur de la Catedral de Chartres la que presenta la mejor ilustración sobre la necesaria interacción entre flechas y ciclos para establecer cualquier visión adecuada de la historia (figura 5.13). Aquí, al final del segundo ciclo, los evangelistas, escribas del Nuevo Testamento, aparecen representados como enanos sentados sobre los hombros de Isaías, Jeremías, Ezequiel y Daniel, los grandes profetas del primer ciclo del tiempo. Y aún más lejos, como Newton señaló remontándose a estas vidrieras para coronar cuatro siglos de metáfora: debemos de estar sentados sobre los hombros de unos gigantes (Merton, 1965).

Si salimos de la catedral de Chartres, y deparamos en las estatuas de su pórtico (figura 5.14), descubriremos el epítome de este libro en una sencilla figura. La historia de Burnet ha seguido su curso, los mil años del reinado de Cristo en la tierra se han terminado. Los justos han ascendido a su eterna recompensa. Pero no han avanzado hacia una unicidad más lejana, sino que han retornado a sus orígenes y descansan en el seno de Abraham, el patriarca. James Hampton lo habría entendido, porque su visión abrazaba las dos metáforas del tiempo. Agita mi alma...



FIGURA 5.11.—*Llaves de bóveda de la catedral de Norwich. El arca de Noé en correspondencia con el Bautismo de Jesús.*



FIGURA 5.12.—Vidrieras del King's College en Cambridge. Jonás saliendo del vientre de la ballena, en correspondencia con la resurrección de Cristo.





FIGURA 5.13.—La gran vidriera de la fachada sur de la catedral de Chartres. Los evangelistas del Nuevo Testamento aparecen representados como enanos sentados a los hombros de los profetas del Viejo Testamento. Puede servir como expresión de las relaciones entre la flecha del tiempo y el ciclo del tiempo.



FIGURA 5.14.—Figura escultórica de la catedral de Chartres. Al final de los tiempos, los justos ascienden a sus orígenes y residen en el seno de Abraham.

BIBLIOGRAFIA

- Aristóteles. 1988. *Tratados del agua: Organon*, 2 vols., Madrid.
- Baker, V. R., y D. Nummedal. 1978. *The Channeled Scabland*. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration, Planetary Geology Program.
- Borges, J. L. 1990³. *El libro de arena*, Madrid: Alianza Editorial.
- Bradley, S. J. 1928. *The Earth and Its History*. Boston: Gin & Co.
- Buckland, F. 1857, 1874 ed. *Curiosities of Natural History*. Londres: Richard Bentley and Son.
- Buckland, W. 1836, 1841 ed. *Geology and Mineralogy Considered with Reference to Natural Theology*. Filadelfia: Lea & Blanchard.
- Burnet, T. 1680-1689. *Telluris Theoria Sacra*. Londres.
- 1691. *Sacred Theory of the Earth*. Londres: R. Norton.
- 1965. *The Sacred Theory of the Earth*. Con una introducción de B. Willey. Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Butterfield, H. 1931. *The Whig Interpretation of History*. Londres: G. Bell.
- Chorley, R. J., A. J. Dunn y R. P. Beckinsale. 1964. *The History of the Study of Landforms. Vol. 1: Geomorphology before Davis*. Londres: Methuen.
- CRM Books. 1973. *Geology Today*. Del Mar, Calif.
- Darwin, Ch. 1987. *El origen de las especies*, Madrid.
- Davies, G. L. 1969. *The Earth in Decay: A History of British Geomorphology 1578-1878*. Nueva York: American Elsevier.

- D'Orbigny, A. 1849-1852. *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique*. París.
- Eiseley, L. 1959. *Charles Lyell*. Scientific American Reprint. San Francisco: W. H. Freeman.
- Eldredge, N., y S. J. Gould. 1972. Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism. En Schopf, T. J. M. ed., *Models in Paleobiology*, págs. 82-115. San Francisco: Freeman, Cooper & Co.
- Eliade, M. 1989. *El mito del eterno retorno*. Madrid: Alianza Editorial.
- Fenton, C. L., y M. A. Fenton. 1952. *Giants of Geology*. Garden City, N.Y.: Doubleday.
- Geikie, A. 1905. *The Founders of Geology*. Nueva York: Macmillan.
- Gilluly, J., A. C. Waters y A. O. Woodford. 1959. *Principles of Geology*. 2.ª ed. 1968. San Francisco: W. H. Freeman.
- Goodman, N. 1967. Uniformity and simplicity. *Geological Society of American Special Papers* 89: 93-99.
- Gould, S. J. 1965. Is Uniformitarianism necessary? *American Journal of Science* 263: 223-228.
- 1970. Private thoughts of Lyell on progression and evolution. *Science*. 169: 663-664.
- 1979. Agassiz's marginalia in Lyell's *Principles*, or the perils of uniformity and the ambiguity of heroes. En W. Coleman y C. Limoges, eds., *Studies in the History of Biology*, págs. 119-138. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. Festschrift dedicado a Ernst Mayr en su 75 cumpleaños.
- 1980. *The Panda's Thumb*. Nueva York: W. W. Norton. [Hay ed. cast., *El pulgar del panda*, Barcelona, 1988⁴.]
- 1982. The importance of trifles (ensayo por el centenario de la muerte de Charles Darwin). *Natural History* 91, n.º 4 (abril).
- 1983. *Hen's Teeth and Horse's Toes*. Nueva York: W. W. Norton. [Hay ed. cast., *Dientes de gallina, dedos de caballo*, Barcelona, 1984.]
- 1985. *The Flamingo's Smile*. Nueva York: W. W. Norton. [Hay ed. cast., *La sonrisa del flamenco*, Barcelona, 1987.]
- 1986a. Evolution and the triumph of homology, or wuy history matters. *American Scientist* 74: 60-69.
- 1986b. Archetype and ancestor. *Natural History* 95, n.º 10 (octubre).
- Greene, J. C. 1961. *The Death of Adam*. Nueva York: Mentor Books.
- Hartigan, L. R. 1977. The Throne of the Third Heaven of the Nations Millennium General Assembly. Montgomery, Ala: Museo Montgomery de Bellas Artes.
- Hobbs, W. H. 1916. Foreword: The science of the Prodrumus of Nicolaus Steno. En J. G. Winter, trad., *The Prodrumus of Nicolaus Steno Dissertation*, págs. 169-174. University of Michigan Studies, Humanistic Series, vol. 11. Nueva York: Macmillan.

- Hooymaas, R. 1963. *The Principle of Uniformity in Geology, Biology, and Theology*. Leiden: E. J. Brill.
- Hutton, J. 1788. *Theory of the Earth*. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 1: 209-305.
- 1795. *Theory of the Earth with Proofs and Illustrations*. Edimburgo: William Creech.
- Krynine, P. D. 1956. Uniformitarianism is a dangerous doctrine. *Journal of Paleontology*. 30: 1003-1004.
- Leet, L. D., y S. Judson. 1971. *Physical Geology*. 4 ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Longwell, C. R., R. Foster Flint y J. E. Sanders. 1969. *Physical Geology*. Nueva York: John Wiley.
- Lyell, C. 1830-1833. *Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes Now in Operation*. Londres: John Murray.
- 1851. Anniversary address of the President. *Quarterly Journal of the Geological Society of London (Proceedings of the Geological Society)* 7: xxv-lxxvi.
- 1862. On the Geological Evidences of the Antiquity of Man. Londres.
- 1872. *Principles of Geology or the Modern Changes of the Earth and Its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology*. 11.ª ed., 2 vols. Nueva York: D. Appleton.
- Lyell, K. M. 1881. *Life, Letters and Journals of Sir Charles Lyell*. 2 vols. Londres: John Murray.
- Marvin, U. 1973. *Continental Drift*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Mayr, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- McPhee, J. 1980. *Basin and Range*. Nueva York: Farrar, Straus y Giroux.
- Merton, R. K. 1965. *On the Shoulders of Giants*. Nueva York: Harcourt, Brace and World. [Hay trad. cast., *A hombros de gigantes*, Barcelona, 1990.]
- Mill, J. S. 1881. *A System of Logic*. 8 ed. Libro 3, Cap. 3, Of the ground of induction. Londres.
- Morris, R. 1984. *Time's Arrows*. Nueva York: Simon and Schuster. [Hay ed. cast., *Las flechas del tiempo*, Barcelona, 1989.]
- Peirce, C. S. 1932. *Collected Papers*. Vol 2: *Elements of Logic*. Ed. C. Hartshorne y P. Weiss. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Playfair, J. 1802. *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*. Edimburgo: William Creech.
- 1805. Biographical account of the late Dr. James Hutton. En V. A. Eyles y G. W. White eds., *James Hutton's System of the Earth...*, págs. 143-203. Nueva York: Hafner Press, 1973.

- Porter R. 1976. Charles Lyell and the principles of the history of geology. *British Journal for the History of Science* 9: 91-103.
- Price, G. M. 1923. *The New Geology*. 2 ed. Mountain View, Calif.: Pacific Press.
- Rensberger, B. 1986. *How the World Works*. Nueva York: William Morrow.
- Rossi, P. 1984. *The Dark Abyss of Time*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rudwick, M. J. S. 1972. *The Meaning of Fossils*. Londres Macdonald. [Hay ed. cast., *El significado de los fósiles*, Barcelona, 1987.]
- 1975. Caricature as a source for the history of science: De la Beche's anti-Lyellian sketches of 1831. *Isis* 66: 534-560.
- 1976. The emergence of a visual language for geological science, 1760-1840. *History of Science* 14: 149-195.
- 1978. Charles Lyell's dream of a statistical paleontology. *Paleontology* 21: 225-244.
- 1985. *The Great Devonian Controversy*. Chicago: University of Chicago Press.
- Schweber, S. S. 1977. The origin of the Origin revisited. *Journal of the History of Biology* 10: 229-316.
- Seyfert, C. K., y L. A. Sirkin. 1973. *Earth History and Plate Tectonics*. Nueva York: Harper and Row.
- Spencer, E. W. 1965. *Geology/A Survey of Earth Science*. Nueva York: Thomas Y. Crowell.
- Steno, N. 1669. *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*. Florencia.
- 1916. *The Prodromus of Nicolaus Steno's Dissertation*. Trad. J. G. Winter. University of Michigan Studies, Humanistic Series, vol 11. Nueva York: Macmillan.
- Stokes, W. L. 1973. *Essentials of Earth History*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Turnbull, H. W., ed. 1960. *The Correspondence of Isaac Newton*. Vol 2: 1676-1687, Cambridge: Cambridge University Press.
- Whewell, W. (publicado anónimamente). 1832. *Principles of Geology... by Charles Lyell, Esq., F.R.S., Professor of Geology in Kings College London*. Vol 2. Londres. *Quarterly Review* 47: 103-132.
- White, A. D. 1896. *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*. 2 vols. Nueva York: D. Appleton.
- Wilson, L. G. ed. 1970. *Sir Charles Lyell's Scientific Journals on the Species Question*. New Haven: Yale University Press.
- Winter, J. G. 1916. Introduction. En *The Prodromus of Nicolaus Steno's Dissertation*, trad. J. G. Winter, Págs. 175-203. University of Michigan Studies, Humanistic Series, vol. 11. Nueva York: Macmillan.
- Woodward, H. B. 1911. *History of Geology*. Londres.

Alianza Universidad

Volúmenes publicados

- | | | | |
|----------|--|-----|--|
| 319 | A. J. Ayer: Parte de mi vida | 347 | Javier Arce: El último siglo de la España romana (284-409) |
| 320 | Cristóbal Colón: Textos y documentos completos | 348 | Guillermo Araya: El pensamiento de Américo Castro |
| 321 | Lloyd de Mause: Historia de la infancia | 349 | Imre Lakatos: La metodología de los programas de investigación científica |
| 322 | Sir Macfarlane Burnet y David O. White: Historia natural de la enfermedad infecciosa | 350 | Howard F. Taylor: El juego del C.I. |
| 323 | Stuart Hampshire: Spinoza | 351 | Bernard d'Espagnat: En busca de lo real |
| 324 | Marvin Harris: El materialismo cultural | 352 | Pedro Laín Entralgo: Teoría y realidad del otro |
| 325 | Ferrán Valls i Taberner, Ferrán Soldevila: Historia de Cataluña | 353 | K. S. Schrader-Frechette: Energía nuclear y bienestar público |
| 326 | Talcott Parsons: El sistema social | 354 | Alvin W. Gouldner: Los dos marxismos |
| 327 | Kathleen Newland: La mujer en el mundo moderno | 355 | José Luis Martínez: Pasajeros de Indias |
| 328 | Anthony Kenny: Wittgenstein | 356 | Julián Marías: Antropología metafísica |
| 329 | José Lorite Mena: El animal paradjico | 357 | Policia y sociedad democrática. Compilado por José María Rico |
| 330 | Joseph D. Novak: Teoría y práctica de la educación | 358 | Luis Díez del Corral: El pensamiento político europeo y la monarquía de España |
| 331, 332 | Edmund Husserl: Investigaciones lógicas | 359 | Crisis en Europa 1560-1660. Compilación de Trevor Aston |
| 333 | Jean Piaget y otros: Investigaciones sobre las correspondencias | 360 | I. Bernard Cohen: La revolución newtoniana y las transformaciones de las ideas científicas |
| 334 | Antonio Gómez Mendoza: Ferrocarriles y cambio económico en España (1855-1913) | 361 | Leszek Kolakowski: Las principales corrientes del marxismo, III |
| 335 | Hannah Arendt: Los orígenes del totalitarismo. 3. Totalitarismo | 362 | José Manuel Sánchez Ron: El origen y desarrollo de la relatividad |
| SAC-336 | Svend Dahl: Historia del libro | 363 | Gustav Henningsen: El abogado de las brujas. Brujería vasca e Inquisición española |
| SAC-337 | Harald Fritzsch: Los quarks, la materia prima de nuestro Universo | 364 | Margaret S. Mahler, Otto F. Kernberg y otros: Diez años de psicoanálisis en los Estados Unidos (1973-1982). Compilación de Harold P. Blum |
| 338 | Ramón Tamames: Estructura económica internacional | 365 | E. H. Carr: Las bases de una economía planificada 1926-1929 |
| 339 | Frederick J. Newmeyer: El primer cuarto de siglo de la gramática generativo-transformatoria (1955-1980) | 366 | Agustín Albarracín Teulón: La teoría celular |
| SAC-340 | Pedro Laín Entralgo: La medicina hipocrática | 367 | Robin J. Wilson: Introducción a la teoría de grafos |
| 341 | Richard Sennett: Autoridad | 368 | I. Prigogine e I. Stengers: La nueva alianza (Metamorfosis de la ciencia) |
| SAC-342 | Julián Zugastí: El bandolerismo | 369 | Teodor Shanin: La clase incómoda |
| 343 | Curt Paul Janz: Friedrich Nietzsche, 2 | | |
| 344 | Francisco Tomás y Vallente: Gobierno e Instituciones en la España del Antiguo Régimen | | |
| 345 | John Tyler Bonner: La evolución de la cultura en los animales | | |
| SAC-346 | Roberto Centeno: El petróleo y la crisis mundial | | |

- 370 Pedro Laín Entralgo: **La relación médico-enfermo**
- 371 Enrique Ballester: **Teoría económica de las cooperativas**
- 372 Michael Ruse: **La revolución darwinista**
- 373 Julián Marías: **Ortega. 1. Circunstancia y vocación**
- 374 Julián Marías: **Ortega. 2. Las trayectorias**
- 375 **Paro e inflación. Perspectivas institucionales y estructurales.** Compilación de Michael J. Piore
- 376 Carlos Pereyra: **El sujeto de la Historia**
- 377 Howard Newby y Eduardo Sevilla-Guzmán: **Introducción a la sociología rural**
- 378 Manuel Ballbé: **Orden público y militarismo en la España constitucional (1812-1983)**
- 379 Anthony A. Long: **La filosofía helenística**
- 380 Dennis C. Mueller: **Elección pública**
- 381 M.^a Carmen Iglesias: **El pensamiento de Montesquieu**
- 382 Rita Vuyk: **Panorámica y crítica de la epistemología de Piaget, 1 (1965-1980)**
- 383 Juan Marichal: **Teoría e historia del ensayismo hispánico**
- 384 G. W. F. Hegel: **Lecciones sobre filosofía de la religión. 1. Introducción y concepto de la religión**
- 385 B. J. McCormick: **Los salarios**
- 386 Enrique Anderson Imbert: **La crítica literaria: sus métodos y problemas**
- 387 **Del cálculo a la teoría de conjuntos, 1630-1910. Una introducción histórica.** Compilación de I. Gattán-Guinness
- 388 Earl J. Hamilton: **El florecimiento del capitalismo**
- 389 Harlan Lane: **El niño salvaje de Aveyron**
- 390 Howard E. Gruber: **Darwin sobre el hombre**
- 391 Gwyn Harries-Jenkins & Charles C. Moskos Jnr.: **Las fuerzas armadas y la sociedad**
- 392 Pedro Laín Entralgo: **La espera y la esperanza**
- 393 Carlos Moya: **Señas de Leviatán**
- 394 Jesús Mosterín: **Conceptos y teorías en la ciencia**
- 395 Arno J. Mayer: **La persistencia del Antiguo Régimen**
- 396 E. Roy Weintraub: **Microfundamentos**
- 397 Antonio Tovar: **Vida de Sócrates**
- 398 **Cartas de particulares a Colón y relaciones coetáneas.** Recopilación y edición de Juan Gil Fernández y Consuelo Varela
- 399 Jeremy Cherfas: **Introducción a la ingeniería genética**
- 400 Adam Ferguson: **Cuando muere el dinero**
- 401 E. H. Carr: **Historia de la Rusia soviética. Bases de una economía planificada 1926-1929. Volumen III, parte I**
- 402 E. H. Carr: **Historia de la Rusia soviética. Bases de una economía planificada 1926-1929. Volumen III, parte II**
- 403 E. H. Carr: **Historia de la Rusia soviética. Bases de una economía planificada 1926-1929. Volumen III, parte III**
- 404 Paul Veyne: **Cómo se escribe la historia**
- 405 Paul Forman: **Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica 1918-1927**
- 406 Daniel Bell: **Las ciencias sociales desde la Segunda Guerra Mundial**
- 407 **La nueva historia económica. Lecturas seleccionadas.** Compilación de P. Temín
- 408 Robert K. Merton: **Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII**
- 409 Marc Ferro: **La Gran Guerra (1914-1918)**
- 410 Carlos Castilla del Pino: **Teoría de la alucinación**
- 411 Douglas C. North: **Estructura y cambio en la historia económica**
- 412 José Ferrater Mora: **Fundamentos de filosofía**
- 413 Javier Tusell: **Franco y los católicos**
- 414 Curt Paul Janz: **Friedrich Nietzsche. 3. Los diez años del filósofo errante**
- 415 Antonio Domínguez Ortiz y Bernard Vincent: **Historia de los moriscos**

- 416 Luis Angel Rojo: **Keynes: su tiempo y el nuestro**
- 417 Jean-Paul Sartre: **El ser y la nada**
- 418 Juan Pablo Fusi: **El País Vasco. Pluralismo y nacionalidad**
- 419 Antonio Rodríguez Huéscar: **Perspectiva y verdad**
- 420 José María López Piñero: **Orígenes históricos del concepto de neurosis**
- 421 Hermann Heller: **Escritos políticos**
- 422 Camilo J. Cela Conde: **De genes, dioses y tiranos. La determinación biológica de la moral**
- 423 Walter Ullman: **Principios de gobierno y política en la Edad Media**
- 424 Mark Blaug: **La metodología de la economía**
- 425 Carl Schmitt: **La dictadura**
- 426 Rita Vuyk: **Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget, 1965-1980, II**
- 427 Fernando Vallespín Oña: **Nuevas teorías del Contrato Social**
- 428 J. M. Jauch: **Sobre la realidad de los cuantos**
- 429 Raúl Morodo: **Los orígenes ideológicos del franquismo: Acción Española**
- 430 Eugene Linden: **Monos, hombres y lenguaje**
- 431 Nicolás Sánchez-Albornoz (Compilación): **La modernización económica de España, 1830-1930**
- 432 Luis Gil: **Censura en el mundo antiguo**
- 433 Rafael Bañón y José Antonio Olmeda (Compilación): **La institución militar en el Estado contemporáneo**
- 434 Paul Hazard: **El pensamiento europeo en el siglo XVIII**
- 435 Rafael Lapesa: **La trayectoria poética de Garcilaso**
- 436, 437 Raymond Aron: **Paz y guerra entre las naciones**
- 438 Geoffrey Parker: **El ejército de Flandes y el camino español, 1567-1659**
- 439 Oscar Fanjul y Fernando Maravall: **La eficiencia del sistema bancario español**
- 440 Mario Bunge: **Seudociencia e ideología**
- 441 Ernst H. Kantorowicz: **Los dos cuerpos del rey**
- 442 Julián Marías: **España inteligible**
- 443 David R. Ringrose: **Madrid y la economía española, 1560-1850**
- 444 Renate Mayntz: **Sociología de la Administración pública**
- 445 Mario Bunge: **Racionalidad y realismo**
- 446 José Ferrater Mora: **Unamuno. Bosquejo de una filosofía**
- 447 Lawrence Stone: **La crisis de la aristocracia, 1558-1641**
- 448 Robert Geroch: **La relatividad general: de la A a la B**
- 449 Steven M. Sheffrin: **Expectativas racionales**
- 450 Paulino Garagorri: **La filosofía española en el siglo XX**
- 451 Manuel Tuñón de Lara: **Tres claves de la Segunda República**
- 452 Curt Paul Janz: **Friedrich Nietzsche. 4. Los años de hundimiento**
- 453 Franco Selleri: **El debate de la teoría cuántica**
- 454 Enrique Ballester: **Los principios de la economía liberal**
- 455 E. H. Carr: **El ocaso de la Comintern, 1930-1935**
- 456 Pedro Laín Entralgo: **Ciencia, técnica y medicina**
- 457 Desmond M. Clarke: **La filosofía de la ciencia de Descartes**
- 458 José Antonio Maravall: **Antiguos y modernos**
- 459 Morton D. Davis: **Introducción a la teoría de juegos**
- 460 José Ramón Lasuen: **El Estado multirregional**
- 461 Bhikhu Parekh: **Pensadores políticos contemporáneos**
- 462 Wassily Leontief y Faye Duchin: **El gasto militar**
- 463 Francisco Rico: **El pequeño mundo del hombre**
- 464 Miguel Rivera Dorado: **La religión maya**
- 465 Miguel Artola: **La Hacienda del siglo XIX**
- 466 Thomas F. Glick: **Einstein y los españoles**

- 467 James Tobin: **Acumulación de activos y actividad económica**
- 468 Bruno S. Frey: **Para una política económica democrática**
- 469 Ludwik Fleck: **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**
- 470 Harold Demsetz: **La competencia**
- 471 Teresa San Román (compilación): **Entre la marginación y el racismo**
- 472 Alan Baker: **Breve introducción a la teoría de números**
- 473 Jean-Paul Sartre: **Escritos políticos, 1**
- 474 Robert Axelrod: **La evolución de la cooperación**
- 475 Henry Kamen: **La sociedad europea, 1500-1700**
- 476 Otto Pöggeler: **El camino del pensar de Heidegger**
- 477 G. W. F. Hegel: **Lecciones sobre filosofía de la religión, 2**
- 478 H. A. John Green: **La teoría del consumidor**
- 479, 480 Georg Simmel: **Sociología**
- 481 Nicolás Ortega Cantero: **Geografía y cultura**
- 482 Geza Alföldy: **Historia social de Roma**
- 483 Jean-Paul Sartre: **Escritos políticos, 2**
- 484 Louis Dumont: **Ensayos sobre el individualismo**
- 485 Jayant Narlikar: **La estructura del universo**
- 486 Jorge Lozano: **El discurso histórico**
- 487 Carlos Castilla del Pino: **Cuarenta años de psiquiatría**
- 488 Paul Preston: **La destrucción de la democracia en España**
- 489 Galileo Galilei: **Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión**
- 490 Vilfredo Pareto: **Escritos sociológicos**
- 491 Gary Becker: **Tratado sobre la familia**
- 492 Concepción de Castro: **El pan de Madrid**
- 493 Mijail Bajtin: **La cultura popular en la Edad Media y en el Renacimiento**
- 494 Albert Soboul: **Los sans-culottes. Movimiento popular y gobierno revolucionario**
- 495 Juan Ginés de Sepúlveda: **Historia del Nuevo Mundo**
- 496 Ludwig Wittgenstein: **Observaciones sobre los fundamentos de la matemática**
- 497 Juan J. Linz: **La quiebra de las democracias**
- 498 Ptolomeo: **Las hipótesis de los planetas**
- 499 José Antonio Maravall: **Velázquez y el espíritu de la modernidad**
- 500 **El libro de Marco Polo.** Anotado por Cristóbal Colón y versión de Rodrigo Santaella. Edición de Juan Gil
- 501 Manuel Pérez Ledesma: **El obrero consciente**
- 502 Ibn Battuta: **A través del Islam**
- 503 Jayant Narlikar: **Fenómenos violentos en el universo**
- 504 **Libro de Aleixandre.** Estudio y edición de Francisco Marcos Marín
- 505 Sadi Carnot: **Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego**
- 506 Rafael Cruz: **El Partido Comunista de España en la Segunda República**
- 507 James Noxon: **La evolución de la filosofía de Hume**
- 508 Alonso de Sandoval: **Un tratado sobre la esclavitud**
- 509 Giordano Bruno: **La cena de las cenizas**
- 510 Peter Laslett: **El mundo que hemos perdido, explorado de nuevo**
- 511, 512 Isaac Newton: **Principios matemáticos de la filosofía natural**
- 513 V. I. Arnold: **Teoría de catástrofes**
- 514 Paul Madden: **Concavidad y optimización en microeconomía**
- 515 Jean-Paul Sartre: **Escritos políticos, 3**
- 516 Léon Walras: **Elementos de economía política pura**
- 517 David Anisi: **Tiempo y técnica**
- 518 G. W. F. Hegel: **Lecciones sobre filosofía de la religión, 3**

- 519 El Inca Garcilaso: **La Florida**
- 520 Genoveva García Queipo de Llano: **Los intelectuales y la dictadura de Primo de Rivera**
- 521 Carlos Castrodeza: **Ortodoxia darwiniana y progreso biológico**
- 522 Clive Orton: **Matemáticas para arqueólogos**
- 523 Isaiah Berlín: **Cuatro ensayos sobre la libertad**
- 524 Alastair Rae: **Física cuántica, ¿ilusión o realidad?**
- 525 Niels Bohr: **La teoría atómica y la descripción de la naturaleza**
- 526 Rafael Rubio de Urquía y otros: **La herencia de Keynes**
- 527 Carl G. Hempel: **Fundamentos de la formación de conceptos en ciencia empírica**
- 528 Javier Herrero: **Los orígenes del pensamiento reaccionario español**
- 529 Robert E. Lucas, Jr.: **Modelos de ciclos económicos**
- 530 Leandro Prados de la Escosura: **De imperio a nación. Crecimiento y atraso económico en España (1780-1930)**
- 531 Helena Béjar: **El ámbito íntimo**
- 532 Ernest Gellner: **Naciones y nacionalismo**
- 533 José Ferrater Mora: **El ser y la muerte**
- 534 Javier Varela: **Jovellanos**
- 535 Juan López Morillas: **Racionalismo pragmático**
- 536 Hanna Arendt: **Sobre la revolución**
- 537 Earl J. Hamilton: **Guerra y precios en España, 1651-1800**
- 538 Charles S. Peirce: **Escritos lógicos**
- 539 Helmut Frisch: **Teorías de la inflación**
- 540 Diana T. Meyers: **Los derechos inalienables**
- 541 Carlos A. Floria y César A. García Belsunce: **Historia política de la Argentina contemporánea, 1880-1983**
- 542 Benjamin Franklin: **Experimentos y observaciones sobre electricidad**
- 543 Mercedes Allendesalazar Olaso: **Spinoza: Filosofía, pasiones y política**
- 544 Francisco de Solano y otros: **Proceso histórico al conquistador**
- 545 Carlos Castilla del Pino (compilación): **El discurso de la mentira**
- 546 W. V. Quine: **Las raíces de la referencia**
- 547 Patrick Suppes: **Estudios de filosofía y metodología de la ciencia**
- 548 John Shore: **El algoritmo sacher-torte y otros antidotos contra la ansiedad que provoca el ordenador**
- 549 Ferdinand Tönnies: **Hobbes. Vida y doctrina**
- 550 Ronald Grimsley: **La filosofía de Rousseau**
- 551 Isaiah Berlin: **Karl Marx**
- 552 Francis Galton: **Herencia y eugenesia**
- 553, 554 E. M. Radl: **Historia de las teorías biológicas, 1 y 2**
- 555 Manuel Selles, José Luis Peset y Antonio Lafuente (Compilación): **Carlos III y la ciencia de la ilustración**
- 556 Josefina Gómez Mendoza, Nicolás Ortega Cantero y otros: **Viajeros y paisajes**
- 557 Victoria Camps: **Ética, retórica y política**
- 558 William L. Langer: **Enciclopedia de Historia Universal. 1. Prehistoria e Historia Antigua**
- 559 Konrad Lorenz: **La acción de la naturaleza y el destino del hombre**
- 560 Fray Bernardino de Sahagún: **Historia general de las cosas de Nueva España, 1**
- 561 Fray Bernardino de Sahagún: **Historia general de las cosas de Nueva España, 2**
- 562 Paul Hazard: **La crisis de la conciencia europea**
- 563 Wilhelm Dilthey: **Teoría de las concepciones del mundo**
- 564 James W. Friedman: **Teoría del oligopolio**
- 565 Francis Bacon: **El avance del saber**
- 566, 567 Giovanni Sartori: **Teoría de la democracia. 1. El debate contemporáneo**
- 568 Richard P. Feynman: **Electrodinámica cuántica**

- 569 John Sullivan: **El nacionalismo vasco radical (1959-1986)**
- 570 Quentin Skinner (compilación): **El retorno de la gran teoría en las ciencias humanas**
- 571 Adam Przeworski: **Capitalismo y socialdemocracia**
- 572 John L. Austin: **Ensayos filosóficos**
- 573 Georges Duby y Guy Lardreau: **Diálogo sobre la historia**
- 574 Helmut G. Koenigsberger: **La práctica del imperio**
- 575 G. W. F. Hegel: **La diferencia entre el sistema de filosofía de Fichte y el de Schelling**
- 576 Martin Heidegger: **Conceptos fundamentales**
- 577 Juan Gil: **Mitos y utopías del descubrimiento, 1**
- 578 Lloyd G. Reynolds: **El crecimiento económico en el tercer mundo**
- 579 Julián A. Pitt-Rivers: **Un pueblo de la sierra: Grazañema**
- 580 Bernal Díaz del Castillo: **Historia verdadera de la conquista de Nueva España**
- 581 Giordano Bruno: **Expulsión de la bestia triunfante**
- 582 Thomas Hobbes: **Leviatán**
- 583 William L. Langer: **Enciclopedia de Historia Universal 2. La Edad Media**
- 584 S. Bowles, D. M. Gordon y T. E. Weisskopf: **La economía del despilfarro**
- 585 Juan Gil: **Mitos y utopías del descubrimiento, 2**
- 586 Alberto Elena: **A hombros de gigantes**
- 587 Rodrigo Jiménez de Rada: **Historia de los hechos de España**
- 588 Louis Dumont: **La civilización india y nosotros**
- 589 Emilio Lamo de Espinosa: **Delitos sin víctima**
- 590 Carlos Rodríguez Braun: **La cuestión colonial y la economía clásica**
- 591 Irving S. Shapiro: **La tercera revolución americana**
- 592 Roger Collins: **Los vascos**
- 593 Rafael Muñoz de Bustillo (compilación): **Crisis y futuro del estado de bienestar**
- 594 Julián Marías: **Generaciones y constelaciones**
- 595 Manuel Moreno Alonso: **La generación española de 1808**
- 596 Juan Gil: **Mitos y utopías del descubrimiento 3. El Dorado**
- 597 Francisco Tomás y Valiente: **Códigos y constituciones (1808-1978)**
- 598 Samuel Bowles, David M. Gordon, Tomas E. Weisskopf: **La economía del despilfarro**
- 599 Daniel R. Headrick: **Los instrumentos del imperio**
- 600 Joaquín Romero-Maura: **La rosa de fuego**
- 601 D. P. O'Brien: **Los economistas clásicos**
- 602 William Langer: **Enciclopedia de Historia Universal 3. Edad Moderna**
- 603 Fernando García de Cortázar y José María Lorenzo Espinosa: **Historia del mundo actual (1945-1989)**
- 604 Miguel Artola: **Los afrancesados**
- 605 Bronislaw Geremek: **La piedad y la horca**
- 606 Paolo Rossi: **Francis Bacon: de la magia a la ciencia**
- 607 Amartya Sen: **Sobre ética y economía**
- 608 Robert N. Bellah, y otros: **Hábitos del corazón**
- 609 I. Bernard Cohen: **El nacimiento de una nueva física**
- 610 Noam Chomsky: **El conocimiento del lenguaje. Su naturaleza, origen y uso**
- 611 Jean Dieudonne: **En honor del espíritu humano. Las matemáticas, hoy**
- 612 Mario Bunge: **Mente y sociedad**
- 613 John Losee: **Filosofía de la ciencia e investigación histórica**
- 614 Arnaldo Momigliano y otros: **El conflicto entre el paganismo y el cristianismo en el siglo IV**
- 615 Enrique Ballester: **Economía social y empresas cooperativas**

- 616 Max Delbrück: **Mente y materia**
- 617 Juan C. García-Bermejo: **Aproximación, probabilidad y relaciones de confianza**
- 618 Frances Lannon: **Privilegio, persecución y profecía**
- 619 Carlos Castilla del Pino: **Teoría del personaje**
- 620 Shlomo Ben-Ami: **Los orígenes de la Segunda República: anatomía de una transición**
- 621 Antonio Regalado García: **El laberinto de la razón: Ortega y Heidegger**
- 622 William L. Langer: **Enciclopedia de Historia Universal 4. Siglo XIX**
- 623 Barrington Moore, Jr.: **Autoridad y desigualdad bajo el capitalismo y el socialismo: EE.UU., URSS y China**
- 624 Pierre Vidal-Naquet: **Ensayos de historiografía**
- 625 Donald N. McCloskey: **La retórica de la economía**
- 626 Heinz Heimsoeth: **Los seis grandes temas de la metafísica occidental**
- 627 Angelo Panebianco: **Modelos de partido**
- 628 José Alcina Franch (compilación): **Indianismo e indigenismo**
- 629 Ricardo Gullón: **Direcciones del Modernismo**
- 630 Saim Sambursky: **El mundo físico de los griegos**
- 631 Lewis Pyenson: **El joven Einstein**
- 632 Jack Goody: **La lógica de la escritura y la organización de la sociedad**
- 633 Brian Vickers (compilación): **Mentalidades ocultas y científicas en el Renacimiento**
- 634 Andrés Barrera González: **Casa, herencia y familia en la Cataluña rural**
- 635 Anthony Giddens, Jonathan Turner y otros: **La teoría social, hoy**
- 636 David Goodman: **Poder y penuria**
- 637 Roberth Hertz: **La muerte y la mano derecha**
- 638 Carolyn Boyd: **La política pretoriana en el reinado de Alfonso XIII**
- 639 Manuel Santaella López: **Opinión pública e imagen política en Maquiavelo**
- 640 Pietro Redondi: **Galileo herético**
- 641 Stéphane Deligeorges, Ed.: **El mundo cuántico**
- 642 M. J. Piore y C. F. Sabel: **La segunda ruptura industrial**
- 643 I. Prigogine e I. Stengers: **Entre el tiempo y la eternidad**
- 644 William L. Langer: **Enciclopedia de Historia Universal 5. De la 1.ª a la 2.ª Guerra Mundial**
- 645 Enrique Ballester: **Estudios de mercado. Una introducción a la mercadotecnia**
- 646 Saim Sambursky: **El mundo físico a finales de la Antigüedad**
- 647 Klaus Offe: **Las contradicciones del Estado de Bienestar**
- 648 David Morgan: **Los mongoles**
- 649 Victor F. Weisskopf: **La física en el siglo XX**
- 650 Luis Vega Reñón: **La trama de la demostración**
- 651 John King Fairbank: **Historia de China. Siglos XIX y XX**
- 652 Emilio García Gómez: **Las jarchas romances de la serie árabe en su marco**
- 653 P. M. Harman: **Energía, fuerza y materia**
- 654 Manuel Rodríguez: **El descubrimiento del Marañón**
- 655 Anthony Sanford: **La mente del hombre**
- 656 Giordano Bruno: **Cábala del caballo Pegaso**
- 657 E. L. Jones: **El milagro europeo**
- 658 José Hierro S. Pescador: **Significado y verdad**
- 659 Georges Duby: **El amor en la Edad Media y otros ensayos**
- 661 J. S. Bell: **Lo decible y lo indecible en mecánica cuántica**
- 662 F. Tomás y Valiente y otros: **El sexo barroco y otras transgresiones premodernas**

- 663 R. Descartes: **El tratado del hombre**
- 664 Peter Burke: **La cultura popular en la Edad Moderna**
- 665 Pedro Trinidad Fernández: **La defensa de la sociedad**
- 666 Michael Mann: **Las fuentes del poder social**
- 667 Brian McGuinness: **Wittgenstein**
- 668 Jean-Pierre Luminet: **Agujeros negros**
- 669 W. Graham Richards: **Los problemas de la química**
- 670 Ludwig Wittgenstein: **Diarios secretos**
- 671 Charles Tilly: **Grandes estructuras, procesos amplios, comparaciones enormes**
- 672 P. Adriano de las Cortes (S.I.): **Viaje de la China**. Edición de Beatriz Moncó
- 673 Paul Martin y Patrick Bateson: **Medición del comportamiento**
- 674 Otto Brunner: **Estructura Interna de Occidente**
- 675 Juan Gil: **Hidalgos y samurais**
- 676 Richard Gillespie: **Historia del Partido Socialista Obrero Español**
- 677 James W. Friedman: **Teoría de juegos con aplicaciones a la economía**
- 678 Fernand Braudel: **Escritos sobre la Historia**
- 679 Thomas F. Glick: **Cristianos y musulmanes**
- 680 René Descartes: **El Mundo o el Tratado de la Luz**
- 681 Pedro Fraile: **Industrialización y grupos de presión**
- 682 Jean Levi: **Los funcionarios diários**
- 683 Leandro Prados y Verra Zamagni (eds.): **El desarrollo económico en la Europa del Sur**
- 684 Michael Friedman: **Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo**
- 685 Gerolamo Cardano: **Mi vida**
- 686 Francisco Sánchez-Blanco: **Europa y el pensamiento español del siglo XVIII**
- 687 Jagdish Bhagwati: **El proteccionismo**
- 688 Carl Schmitt: **El concepto de lo político**
- 689 Salomon Bochner: **El papel de la matemática en el desarrollo de la ciencia**
- 690 Hao Wang: **Reflexiones sobre Kurt Gödel**
- 691 David Held: **Modelos de democracia**
- 692 Enrique Ballester: **Métodos evaluativos de auditoría**
- 693 Martin Kitchen: **El período de entre-guerras en Europa**
- 694 Marwin Harris y Eric B. Ross: **Muerte, sexo y fecundidad**
- 695 Dietrich Gerhard: **La vieja Europa**
- 696 Violeta Demonte: **Detrás de la palabra**
- 697 Gabriele Lolli: **La máquina y las demostraciones**
- 698 C. Ulises Moulines: **Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos**
- 699 Rüdiger Safranski: **Schopenhauer y los años salvajes de la filosofía**
- 700 Johannes Kepler: **El secreto del universo**
- 701 Miquel Siguan: **España plurilingüe**
- 702 El silencio: **Compilación de Carlos Castilla del Pino**
- 703 Pierre Thuillier: **Las pasiones del conocimiento**
- 704 Ricardo García Cárcel: **La leyenda negra**