

# APROXIMACIÓN A LAS SENSIBILIDADES HISTÓRICAS Y TEORÍAS DE LA TIERRA: DE LA FE A LA RAZÓN

CÁNDIDO MANUEL GARCÍA CRUZ  
INHIGEO (La Laguna, Santa Cruz de Tenerife)

## **Resumen**

En este trabajo se hace una revisión de las ideas fundamentales en relación con las *sensibilidades históricas*, desde los inicios del siglo XVII hasta la teoría de James Hutton, a finales del siglo XVIII, que abonaron el camino para el reconocimiento de la Geología como una ciencia histórica. La fe en el literalismo bíblico, la ausencia de una idea de naturaleza, y un pasado al que no se le había prestado la adecuada atención como fuente real de conocimiento, limitaron el desarrollo de las sensibilidades históricas durante siglos. A partir del Renacimiento se produjo un gran cambio intelectual que afectó a la evolución del pensamiento geológico y alcanzó su máxima expresión en forma de cosmologías que recibieron la denominación de *teorías de la tierra*. Algunos de estos trabajos seguían la corriente hexameral, dentro de la tradición judeocristiana, frente al mecanicismo, y otros eran testimonio de una racionalidad que se iniciaba ya en los estudios sobre la naturaleza del planeta Tierra. La historia, a lo largo de una compleja evolución conceptual que duró varios siglos, dejó de ser meramente descriptiva para ser explicativa y sumergirse en el abismo del tiempo.

## **Abstract**

This paper reviews the fundamental ideas on *historical sensitivities* since the beginnings of the 17th century until the end of the 18th century, when James Hutton's theory gave way to the recognition of Geology as a historical science. The development of historical sensitivities was limited for centuries by faith in biblical literalism, absence of an idea of nature, and the poor and inadequate attention paid to the past as a real source of knowledge. However, since the Renaissance, great intellectual changes included the evolution of geological thought, resulting in new cosmologies, the so-called *theories of the earth*. Some of these works followed the Judeo-Christian hexameral trend against the mechanism, whereas others were witness to rationality applied the studies on the nature of the planet Earth. Throughout a complex

conceptual evolution over centuries, history stopped being merely descriptive to become explanatory and plunge into the abyss of time.

*Palabras clave:* Sensibilidades históricas, Teorías de la Tierra, Geología, Renacimiento, Siglos XVII-XVIII.

*Keywords:* Historical sensitivities, Theories of the Earth, Geology, Renaissance, 17th-18th Centuries.

*Recibido el 7 de marzo de 2014 - Aceptado el 5 de mayo de 2014*

In the whole history of thought no transformation in men's attitude to Nature—in their 'common sense'—has been more profound than the change in perspective brought about by the discovery of the past.

TOULMIN Y GOODFIELD (1965)

## INTRODUCCIÓN

El concepto de *historia* ha sufrido una evolución bastante compleja desde la antigüedad clásica hasta la primera mitad del siglo XIX, y con posterioridad e incluso hasta el momento presente se siguen discutiendo y analizando críticamente muchos aspectos desde una perspectiva filosófica. Esta complejidad se debió sustancialmente a que el ser humano no siempre ha mostrado el mismo interés por el *pasado*, ni lo ha valorado de la misma forma, de hecho, durante siglos ni siquiera lo había *descubierto*, y en consecuencia le ha ido dando diferentes significados a la idea de la historia<sup>1</sup>.

Este no es el lugar para un análisis sobre las distintas concepciones de la historia; la definición más habitual se refiere al estudio de *todo* lo acontecido en el *pasado* que de alguna forma ha dejado un *registro* a base de testimonios o documentos accesibles, con un significado singularmente contingente, irrepetible e irreversible, inmerso por ende en la *flecha del tiempo*. Se suele considerar que la labor historiográfica debería incluir dos aspectos, el *objetivo*, a saber, los hechos y los acontecimientos, y el *subjetivo*, es decir, la reconstrucción mediante la explicación de los mismos.

Hasta aquí no hay objeción alguna por parte de los estudiosos, y en particular de los historiadores sociales o de los geólogos. Pero se presenta un *problema* cuando se pretende confinar la idea de historia exclusivamente a hechos y acontecimientos que tienen que ver con *pensamientos* y *propósitos*, es decir, aplicable tan solo a los seres humanos. De aceptar esta limitación, la Naturaleza *sensu lato*, el Cosmos en su espacio-tiempo sujeto a expansión con una edad en torno a 13.770 Ma, la Tierra como planeta en permanente transformación a lo largo de unos 4.550 Ma, y la Biosfera como sistema en evolución desde hace más de 3.700 Ma, inmersos por lo tanto todos ellos en el abismo del tiempo, *carecerían* de historia<sup>2</sup>.

No vamos a discutir aquí y menos a negar la validez del significado de historia referido a la humanidad. No obstante, sí es imprescindible efectuar algunas reflexiones en relación con la *naturaleza cambiante* de la Tierra que la ha dotado de una historia, y hace de la geología una *ciencia histórica*.

A lo largo de los siglos la ciencia ha ido encontrando y descubriendo *testimonios* de las profundas transformaciones que han sufrido el Cosmos, la Tierra y la Biosfera, y que han configurado a la Cosmología, la Geología y la Biología con un elemento histórico sumamente relevante, aunque no todo en estas ciencias forma parte de la historia. En el caso concreto de la geología, todo lo que es *inmanente* a la propia Tierra no es histórico, como por ejemplo los agentes erosivos, las leyes que rigen el metamorfismo, o el geomagnetismo; pero sí lo es aquello que está sujeto a *contingencia*<sup>3</sup>, como la estructura de un valle, un deslizamiento gravitacional, o el desarrollo de un archipiélago volcánico, por citar algunos casos. *Uno* de los objetivos de la ciencia geológica es el estudio, la comprensión y la explicación de todos los cambios contingentes a los que ha estado sometido el planeta en un marco temporal de miles de millones de años, y que por lo tanto posee un componente histórico *ineludible* que el científico ha sido capaz de dilucidar, y que forma parte de esa gran construcción social que llamamos *ciencia*. Sin embargo, existen algunas diferencias palpables entre estos aspectos de la historia de la naturaleza y la historia universal o particular del hombre, aunque ambas tienen un elemento fundamental en común: la *retrocción* o proyección hacia el pasado<sup>4</sup>.

El geólogo aborda el estudio del planeta con la perspectiva crítica de un científico y al mismo tiempo de un historiador, consciente de que el pasado de la Tierra consta de hechos y de acontecimientos, de procesos y de fenómenos, encadenados entre sí de una forma causal y significativa que constituyen su historia, cuyo testimonio debe saber leer e interpretar a través de las rocas y de los fósiles, de estructuras y de formaciones. Pero a diferencia del historiador social, la explicación y la interpretación científica está fundamentada en una metodología basada en leyes naturales de las que depende su prueba de veracidad, exactitud o certidumbre, en principios universales de la física, de la química y también, cómo no, de la geología y de la biología, que le permiten además extraer *conclusiones generales*<sup>5</sup>. Esto le faculta al geólogo para la reconstrucción de ese tiempo pretérito accesible a través del presente aunque de una forma indirecta, con diferentes grados de fiabilidad en función de la mayor o menor resolución temporal que posean las observaciones efectuadas sobre los documentos analizados, integrándolas siempre dentro de una teoría global que unifica estas observaciones y que le da un significado preciso y coherente. Estas reconstrucciones tienen además algunas particularidades importantes: por un lado, se realizan —aunque no siempre— según el método de las *hipótesis de trabajo múltiples*<sup>6</sup> característico de las Ciencias de la Tierra, que sugieren nuevas líneas razonables de investigación para un fenómeno o un hecho concreto ya estudiado; y, por otro lado, tienen carácter *predictivo*, por lo que están sujetas a *revisión*, aceptando, modificando o rechazando

algunas interpretaciones ante nuevos datos y nuevas evidencias que sustenten otras alternativas, otras explicaciones distintas, por muy definitivas que puedan haber parecido las que se dieron en un momento determinado, hecho que se pone de manifiesto a través de las controversias y de los debates correspondientes. Esto ha afectado también a los paradigmas como es fácil comprobar a lo largo de la historia de la geología.

Sin embargo, y a pesar de los *esfuerzos* de la corriente positivista, especialmente durante el siglo XIX, la historia de la humanidad carece de leyes y de principios *generales* así como de una *teoría global*<sup>7</sup> en que fundamentar sus explicaciones, donde además la posibilidad real de predicción está también *ausente*; dicho con otras palabras: las generalizaciones referidas a la historia del hombre, cuando se hacen, no dejan de ser resúmenes muy simplificados de acontecimientos particulares, y donde la capacidad de predecir a partir de ellos carecería incluso de la más mínima probabilidad de certeza.

Así, pues, el estudio de las transformaciones contingentes de la Tierra constituye una parte fundamental de la geología como ciencia histórica, con unas bases metodológicas distintas a las de la historiografía social humana, pero históricas a fin de cuentas.

Como veremos más adelante, el desarrollo del concepto de historia transcurrió prácticamente paralelo a la evolución con una dimensión temporal de la idea de naturaleza. Y solo cuando ésta última tomó entidad para el intelecto humano, se le empezó a dotar de un significado contingente, ajeno a la interpretación hexameral de la Física Sagrada. Como bien han señalado TOULMIN y GOODFIELD [1965, p. 17], «en toda la historia del pensamiento ninguna transformación en la actitud de los hombres hacia la Naturaleza —en su ‘sentido común’— ha sido más profunda que el cambio de perspectiva provocado por el descubrimiento del pasado». Este gran cambio, que tuvo lugar en el transcurso de mucho tiempo, significó el paso de una *historia natural*, básicamente narrativa y descriptiva, a la *historia de la naturaleza*, normativamente explicativa.

Se abordarán a continuación las etapas finales de este largo proceso en el que se produjo el desarrollo de las *sensibilidades históricas* en el sentido de ver y pensar la naturaleza históricamente, centrándonos entre los siglos XVII y XIX, y que afectaron de manera sustantiva a la ciencia de la geología.

## **SENSIBILIDADES HISTÓRICAS Y TEORÍAS DE LA TIERRA**

A pesar de que durante el Renacimiento se produjo un aumento en la conciencia crítica y una reevaluación del pensamiento de los *Antiguos*, las controversias filosóficas en el campo de la cosmología durante buena parte de este período, y sobre todo bajo la influencia de las creencias cristianas, no fomentaron el planteamiento de cuestiones, y consecuentemente tampoco la búsqueda de respuestas, en relación con el

origen de la Tierra y menos aún con su desarrollo como planeta [KELLY, 1969; VERMIJ, 1998]. El aristotelismo había sido el corazón de la filosofía medieval en las universidades y uno de los pilares de la Escolástica, y como herencia ineludible se mantenía un cierto compromiso teológico con el cosmos aristotélico (aunque no sin *hostilidad*) y con el modelo tolemaico, en los que un universo geocéntrico y una Tierra inmóvil e inmutable se encontraban entre sus presupuestos más relevantes. Se carecía, por otro lado, de una idea de *naturaleza* en el sentido de *universo físico y material*, es decir, «conjunto, orden y disposición de todo lo que compone el universo»<sup>8</sup>, y que, a su vez, tardaría en concretarse varios siglos<sup>9</sup>. Por ende, tampoco existía una teoría sistemática sobre ella, a pesar de que la humanidad había vivido inmersa en el mundo natural y había asegurado su supervivencia a través de la utilización de los recursos materiales de la naturaleza aun sin poseerla, sin conocer su funcionamiento y sus leyes durante milenios. La concepción judeo-cristiana tampoco ayudó al desarrollo de esta idea de naturaleza puesto que situó al hombre en la cima de una obra de origen divino: el ser humano fue considerado como un ente sobrenatural, no perteneciente por tanto a la naturaleza sino a la gracia, idea trascendente que lo reafirmó como amo y señor de la Creación, y con un destino autónomo, ajeno e independiente de la historia del mundo. Esto se tradujo en que cualquier duda al respecto se resolvía mediante un único *argumento*: la *fe* absoluta en esas *verdades invisibles* sustentadas en la ortodoxia bíblica.

A mediados del siglo XVI, e inmersa ya la cultura europea en el reto que supuso la Reforma protestante, se va a iniciar una importante etapa de cambio intelectual en la que se enmarca lo que ha sido denominado *segundo movimiento cosmológico*<sup>10</sup> que afectaría de forma muy especial a la evolución del pensamiento geológico<sup>11</sup>. Aunque durante siglos hubo una cierta cohabitación y tolerancia entre distintas tradiciones culturales, concretamente la organísmica, la mágica y la mecanicista, en un plano más bien ecléctico, se pasaría de la *causación finalista* aristotélica, donde *todo* estaba penetrado de intención y finalidad, y de la contemplación de la Tierra como un *ente vivo*<sup>12</sup>, a la *inmanencia* de las *causas formales* y *eficientes* como explicación de los procesos naturales, y a la consideración del planeta dentro del *mecanicismo*, como sistema-máquina [HOOYKAAS, 1972, esp. cap. III; GARCÍA CRUZ, 2007].

Tres son los referentes principales que suelen representar el punto de inflexión para este cambio de perspectiva: en primer lugar, *De revolutionibus orbium cœlestium* (Sobre las revoluciones de los orbes celestes), obra póstuma de Nicolás Copérnico (1473-1543), que modificaba completamente la posición de la Tierra en el universo frente a la tradición judeo-cristiana y hacía de preámbulo a la revolución astronómica [COPÉRNICO, 1543]. Por otro lado, y en el campo de la filosofía, *De natura iuxta propria principia* (La naturaleza según sus propios principios), aparecida en 1565 (ampliada en 1570 y 1586), del filósofo y naturalista Bernardino Telesio (1509-1588), uno de los primeros empiristas, en la que sostenía que el estudio de las cosas naturales debía fundamentarse en el testimonio y en la experiencia de los

sentidos más que en antiguas ideas preconcebidas basadas sobre todo en la filosofía aristotélica, sustituyendo las propiedades de la materia por principios universales, entre los que se encuentra implícito el principio del actualismo en la naturaleza [TELESIO, 1570, Libro Primero, cap. 1]<sup>13</sup>. Por último, la filosofía natural de Giordano Bruno (1548-1600), que en tres de sus obras fundamentales publicadas a finales del siglo XVI, *La Cena de le Ceneri* (La cena de las cenizas), *De la Causa, Principio, et Uno* (De la causa, principio y uno), y *De l'Infinito Universo et Mondi* (Del infinito universo y los mundos), seguía las ideas copernicanas y abundaba en su racionalidad frente al dogmatismo basado en las Sagradas Escrituras [BRUNO, 1584a, 1584b, 1584c].

A partir de esa época, la naturaleza empezó tener entidad para la mente humana y a ser accesible tanto a la experiencia como a la razón. De esta forma, la nueva práctica que representaron las observaciones empíricas del mundo natural, de una parte, y la racionalidad de las interpretaciones, de otra, dieron lugar a una metodología experimental que se sumó al avance de la filosofía mecanicista de un mundo en decadencia y *necesitado* de renovación perpetua tras la revolución científica en el campo de la astronomía bajo el prisma newtoniano. Todo esto alentó a finales de la etapa renacentista la elaboración de cosmogonías que serían determinantes e influirían sobremanera en el conocimiento de la historia natural a través de su cuantificación, de su mecanización y, de una forma muy especial, de su secularización, a pesar de que algunas de ellas estaban basadas en mitos precientíficos [ÁLVAREZ MUÑOZ, 2004, cap. 2]. No hay que olvidar, sin embargo, que el término *historia*, aplicado en este caso a la naturaleza (φύση ἱστορία), tuvo en su origen y durante muchos siglos un significado exclusivamente *descriptivo* y *narrativo* en tanto que investigación, estudio sistemático y clasificación de los objetos (animales, plantas, minerales), y de los fenómenos naturales (erupciones volcánicas, terremotos), sin relación alguna con el tiempo, y por lo tanto ajeno totalmente a lo que se podría interpretar como una *secuencia* de acontecimientos, y menos aún si éstos estaban sujetos a contingencia.

La primera de estas cosmogonías, ya en el siglo XVII, fue *Principia Philosophiæ* (Principios de Filosofía) de René Descartes (1596-1650), aparecida en 1644. En la Cuarta Parte de su tratado, que titula *De Terrâ* (Sobre la Tierra), introduce el *paradigma mecanicista* en el origen del globo, lo que supuso un primer intento de eliminación de la intervención divina en el mundo natural, con especial referencia a todo lo que tenía que ver con el planeta<sup>14</sup>. El ensayo de Descartes, que se alejaba así del teocentrismo, provocó en los siglos siguientes una avalancha de esta suerte de trabajos que, en gran medida, contradecían, se oponían o rectificaban el modelo cartesiano con la clara intención de hacerlo compatible con la Biblia [HARRISON, 1998, cap. 4; MAGRUDER, 2009; ROGER, 1982; RAPPAPORT, 1997, cap. 5]. En 1681, el reverendo Thomas Burnet (1635-1715), Señor de Charterhouse y Actuario en la corte británica de Guillermo III, publicó su trabajo cosmogónico *Telluris Theoria Sacra*<sup>15</sup> (Teoría Sagrada de la Tierra), en el que se plagiaba, casi literalmente, una disertación del filó-

logo y humanista español José Antonio González de Salas (1588-1651) de 1644 sobre las tierras emergidas tras el diluvio universal [GONZÁLEZ DE SALAS, 1644], hecho que ha pasado prácticamente inadvertido para los historiadores hasta hace pocas décadas<sup>16</sup>. La versión inglesa de la obra de Burnet apareció unos años más tarde y tuvo mucha mayor difusión [BURNET, 1684-1690]<sup>17</sup>. Desde entonces, prácticamente todos los estudios de este tipo quedarían englobados bajo la denominación de *teorías de la tierra*<sup>18</sup>, y muchos de ellos harían un uso expreso de dicho título, sin que esto supusiera una aceptación general de las ideas burnetianas.

La insistencia en *teorizar* sobre el planeta y, en especial, la falta de consenso entre los autores fueron tales que, en apenas dos siglos, desde los *Principia* de Descartes hasta 1830, año en que aparece el primer volumen de los *Principles of Geology* de Charles Lyell (1797-1875), se publicaron más de doscientos trabajos de este tipo [MAGRUDER, 2000]. Surgió así un cierto modo de pensar sobre el que se han emitido opiniones muy dispares: Nicolas Desmarest (1725-1815), a mediados del siglo XVIII, ya había realizado algunas observaciones en este sentido, y a pesar que para él tenían grandes objetivos y eran un buen estímulo para la curiosidad, las *teorías de la tierra* no deberían ser otra cosa que la consecuencia de un plan más completo de geografía física [DESMAREST, 1757/1779, pp. 626/36]; algunos años más tarde, en su *Géographie physique*, fue bastante más crítico al considerar que esta suerte de trabajos desempeñaban el mismo papel frente a esta rama de la ciencia (en su opinión, *distinta* de la geología) que las fábulas en relación con la historia [DESMAREST, 1795<sup>19</sup>, *Préface*, p. 1], al quedar enmarcadas muchas de estas obras desde principios del siglo XIX en lo que se tildó de «pretendida ciencia o geología especulativa» [MENTELLE *et al.*, 1803, libro IX, p. 463], cuando no de «sueño más o menos ingenioso» [BOUÉ, 1843, p. 407]. Aún así, las *teorías* han sido calificadas como un nuevo *género científico* del mayor interés [ASHWORTH, 1984, p. 7], pero también, y por otro lado, de *tradición infructuosa* [PORTER, 1979]. Se dieron, pues, diferentes *líneas* de pensamiento, significado y aproximación a la realidad natural, desde el diluvialismo más profundo hasta el mecanicismo más estricto, en las que, para unos historiadores, se abrían paso los *primeros geólogos*, mientras que para otros, sus autores no eran sino meros *especuladores sistemáticos* o *fabuladores* en comparación con la verdadera historia de la Tierra<sup>20</sup>.

A partir del siglo XVIII el término *teoría* iba a entrar en competencia con el de *sistema*, utilizado por muchas cosmogonías como alternativa al primero de ellos y que sería considerado como de un nivel científico superior al tratar más expresamente y de forma más racional un principio causal [RUDWICK, 2005, pp. 133-139], si bien en algunos casos se utilizaron ambos como sinónimos<sup>21</sup>. A mediados del siglo XIX dejaría de usarse, solo eventualmente, el nombre de *teoría de la tierra* en esta clase de trabajos<sup>22</sup>.

La citada obra de Lyell, aun siendo considerada la más conspicua y supuestamente la que mayor trascendencia<sup>23</sup> posterior tuvo dentro de la racionalidad científica, no sería ni mucho menos la última. Durante todo el siglo XIX siguieron publicándose

diversas *teorías de la tierra* con enfoques dispares, muchas de ellas abogando todavía por la tradición *textual* o *escritural*, en las que se pretendía reconciliar la realidad natural con las Sagradas Escrituras en apoyo del relato mosaico, a pesar de que la Teología Natural se fue debilitando conforme avanzaban los descubrimientos geológicos, y su «función social» fue perdiendo influencia [BROOKE, 1979; MAGRUDER, 1999]; en cualquier caso, siempre se situaban en el marco de una de las dos corrientes ya clásicas en geología definidas por William Whewell (1794-1866) como *catastrofismo* y *uniformitarismo*<sup>24</sup>, y que tendrían su repercusión en el sentimiento religioso, muy arraigado por otro lado en la sociedad británica, puesto que en muchas de estas *geoteorías* se empezaba a dudar no ya de la perfección del plan divino de la creación, sino de la propia intervención de Dios en el mundo natural<sup>25</sup>. Aun así, en algunos de los más relevantes filósofos de los considerados deístas, entre ellos Isaac Newton (1643-1727), nunca se obvió la importante conexión que para ellos existía entre la acción divina y el universo mecánico<sup>26</sup>.

Además de personajes como Descartes, Newton, Burnet y Lyell, ya mencionados, en el grupo de los *teóricos* de la Tierra, junto con historiadores naturales, nos encontramos abogados, mineralogistas, anticuarios, clérigos, químicos, diplomáticos, filósofos, historiadores, físicos, ingenieros, y viajeros, y a este grupo pertenecen otros autores también ilustres como, por ejemplo, Gottfried W. Leibniz (1646-1716), Edmund Halley (1656-1742), Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), Carl von Linné (1707-1778), Immanuel Kant (1724-1804), Erasmus Darwin (1731-1802), o Georges Cuvier (1769-1832), todos ellos de reconocido prestigio en otros campos del saber.

Aunque no siempre se abarcaron simultáneamente todas las cuestiones debido a diferentes enfoques, las preguntas a las que, en términos generales, se pretendía dar respuesta tenían que ver con la edad de la Tierra y del universo; el origen de las montañas y su relación con los océanos, los volcanes, o los fósiles; el *tempo* y *mode* de los cambios que había sufrido el planeta; la posibilidad de definir los modelos de cambio mediante un estado estacionario, cíclico, secuencial o direccional; el orden natural de dichos cambios; la dependencia del presente en función de acontecimientos del pasado; su contingencia y posibilidad de reconstrucción; la existencia o no de una cierta predisposición o determinación en el diseño; o el resultado final de estas transformaciones.

El punto de partida de muchas de estas *teorías*, como crítica al modelo cartesiano, pertenecía a la citada tradición hexameral. Para ello se defendían, por ejemplo, los *principios* de la religión natural [WILKINS, 1675], la *sabiduría* de la creación [RAY, 1691, 1693], o la *verdad* y las *excelencias* de la Biblia [GREW, 1701], entre los aspectos más sobresalientes<sup>27</sup>. La obra que mayor relevancia tuvo en este sentido fue, sin duda, la mencionada de Thomas Burnet, en la que su autor dejaba claro desde el primer momento que «Esta teoría puede llamarse *Sagrada* porque no está basada en la Fisiología<sup>28</sup> común de la Tierra ni de los Cuerpos que la componen, sino en las *Vueltas del*

*Destino y las Sagradas Escrituras*» [BURNET, 1684-1690, vol. 1, Preface to the Reader, párrafo 1 (énfasis original)]. Esta obra también sería criticada y rechazada dentro de la propia tradición cristiana por ser considerada en algunos sectores fruto de la imaginación, por las libertades que se había tomado con el Génesis, y por ser ajena prácticamente a la revelación, y en consecuencia por el daño que causaba a la interpretación hexameral dentro de lo que se ha dado en llamar *creacionismo científico* [GOULD, 1987, cap. 2].

La Biblia se convertiría así, prácticamente, en el único «documento» válido y de referencia ineludible para comprender tanto el pasado como el presente de un planeta en decadencia debido a los pecados de la humanidad, con un futuro abocado a la destrucción. Todos los caracteres terrestres, los grandes y los pequeños, habían quedado configurados desde la creación del mundo. Tan sólo una intervención divina posterior, de naturaleza catastrófica a través del diluvio universal, habría modificado ligeramente la fisonomía del globo, como mucho las líneas de costa de los continentes, y donde las montañas, por ejemplo, se veían como una consecuencia del deterioro del planeta. El ser humano, además, era coetáneo de la creación, que apenas se remontaba a cuatro mil años antes de la era común. Esto justificaba sobradamente el hecho de que nada hubiera que *mereciera* ser estudiado en relación con lo que en los siglos siguientes constituiría el cuerpo de conocimientos de la ciencia geológica. A pesar de esto, durante el siglo XVIII la mineralogía (que incluía la geognosia y la oritognosia)<sup>29</sup> se puso de moda, y la historia natural de la Tierra se convirtió en un aspecto fundamental de la educación más refinada [GUNTAU, 1996; PORTER, 1978].

Roger [1973, p. 26] ha llegado a destacar en estas cosmogonías dos características que se consideran esenciales para poder catalogarlas como *teorías de la tierra*. Por un lado, tenían que observar la estructura de la Tierra en un sentido *global*, fruto de una serie de fenómenos generales que afectaba a la totalidad del planeta; y, por otro lado, y en lo que se pone más énfasis, debían pretender ser una *historia* general de la Tierra, ordenando los fenómenos geológicos en una sucesión cronológica *irreversible* o *única* de acontecimientos particulares, irrepetibles e impredecibles. Para este autor, se habría contribuido así al desarrollo de las *sensibilidades históricas* puesto que en esas cosmogonías se debería contemplar el *origen* de la Tierra, la reconstrucción de su *pasado*, el análisis del *presente*, y su *devenir* como planeta.

De seguir *sensu stricto* la segunda parte de esta interpretación casi se podrían considerar los capítulos iniciales del Génesis bíblico como la primera *teoría de la tierra* en su expresión más *rudimentaria*, y tendríamos que desterrar precisamente y de una forma contundente, por citar quizás el ejemplo más relevante, la *teoría* de James Hutton (1726-1797).

Desde el punto de vista epistemológico, y atendiendo en la mayoría de los casos a las *pretensiones* de este tipo de trabajos, lo más importante no es la asunción de la *flecha del tiempo* por parte de una cosmogonía como prioritario y limitante para

catalogarla como *teoría de la tierra*. De hecho, durante muchos siglos, los naturalistas no habían necesitado la *historia* para comprender el planeta; en consecuencia, no habían mostrado el más mínimo interés por el *historicismo* entendido como conciencia histórica, y no lo habían aplicado en este caso a la geología en el sentido de ver y pensar históricamente, es decir, como procedimiento reflexivo eficaz para poder explicar la naturaleza de las cosas y de los fenómenos en una secuencia temporal.

En pocas palabras: *el pasado carecía de significado*, pero no de una forma deliberada, sino porque los naturalistas no se habían percatado de su valor.

Este historicismo se inició en las postrimerías del siglo XVIII coincidiendo materialmente con otros cambios mucho más generales, y su expansión y desarrollo como una concepción histórica de la naturaleza se produjo a comienzos del siglo XIX [ROGER, 1983, p. 271]. Estos cambios incluían también aspectos metodológicos en el marco de la tradición intelectual de la cultura occidental en el que se vio involucrada la geología [OLDROYD, 1979a, 1979b; ŞENGÖR, 2001; TAYLOR, 1992, 2002; TOULMIN y GOODFIELD, 1965, cap. VI-VII]. La idea de *tiempo* (cíclico o lineal), que jugó un papel tan importante en la evolución del pensamiento geológico, en realidad estaba basado en supuestos apriorísticos y no en observaciones de campo, con lo que las sensibilidades históricas sólo se fueron concretando y albergando a lo largo del siglo XIX. En consecuencia, por encima de la *descripción* y del *ordenamiento* de los acontecimientos, es decir, más que el aspecto histórico, es la *causación* el verdadero concepto que subyace en la idea de *teoría de la tierra*, el llegar a conocer las causas de los fenómenos, procesos y acontecimientos que necesariamente operaban en el tiempo, pero reguladas por leyes ahistóricas, y por tanto actuando siempre de la misma forma, que han configurado la fisonomía del planeta explicando bien su origen y su consumación última, o dilucidando alternativamente el cómo y el porqué la Tierra era eterna y por lo tanto sin principio ni fin. Esta idea de la causación, por otro lado, no era nada moderna en esa época, puesto que ya el poeta latino Publio Virgilio Marón (70-19 a.C.), en sus *Geórgicas* (II, 490), consideraba afortunado a aquel que pudiera conocer las causas de las cosas (*Felix, qui potuit rerum cognoscere causas*).

Se trata, pues, de una aproximación nomotética del estudio del mundo natural a través de procesos causales, invariables, sujetos a leyes lógicas, de ahí el término *teoría* que se generalizó en esta clase de trabajos. Ciertamente, algunas de dichas *teorías* se fundamentaban en el *ciclo del tiempo* y se han de considerar en este sentido ahistóricas, es decir, no había lugar en ellas para las *contingencias*; pero a pesar de todo, su visión global en cuanto a la causación como tema central supuso una nueva forma de analizar y entender el planeta muy distinta en comparación con la idea predominante, basada ésta última en la intervención divina en el funcionamiento de la naturaleza. Esta diferenciación entre *flecha del tiempo* y *causas* se ve claramente, por ejemplo, en Buffon, quien a mediados del siglo XVIII, cien años después de la obra de Descartes, distinguiría entre ambas ideas separando *historia* y *teoría* en su «Second Discours» ante la Académie francesa en 1744, tal y como lo dejó reflejado en el

propio título de su cosmogonía: *Histoire et Théorie de la Terre* [BUFFON, 1749], aunque el naturalista francés utilizó la historia en algunas ocasiones con un significado tradicional, meramente descriptivo [ROGER, 1989; CHERNI, 1998]<sup>30</sup>.

Para esta clase de trabajos se ha acuñado el término *geoteoría* [RUDWICK, 2001, p. 53], considerado asimismo como un género científico de la misma forma que novela, paisajismo u ópera constituyen géneros artísticos. En determinados casos y al margen de la dimensión temporal en que se ampararan, algunas de estas geoteorías eran más racionales al tener como punto de partida las causas físicas y naturales, basadas en entidades reales conocidas e immanentes y en procesos observables, más que estar sujetas a la violación de alguna ley natural a través de «causas milagrosas», o dicho en otras palabras: sometidas a la inmediatez de la *Omnipotencia Divina* y al *Ministerio de los Ángeles*, tal y como lo interpretaba Burnet en la obra ya mencionada [BURNET, 1684-1690, vol. 2, p. 100]. Aun así, para algunos autores, entre ellos Newton y sus seguidores, las causas  *finales* podrían ser consideradas providenciales fruto del voluntarismo divino, aunque las causas *eficientes* fuesen naturales. Hay que reconocer que aunque las corrientes positivistas se oponían a la causación, las teorías causales gozaron de una buena fertilidad en la consolidación de la ciencia geológica [ÁLVAREZ MUÑOZ, 2004, esp. cap. III], y significaron por su notable influencia un marco de referencia irreversible para su segregación definitiva de la Teología Natural.

En las primeras décadas del siglo XVIII ya se habían publicado bastantes trabajos de esta clase. El naturalista suizo Louis Bourguet (1678-1743) consideraba al respecto, en su *Mémoire sur la théorie de la terre*, que estos estudios constituían una *ciencia completamente nueva* que había sido ignorada por los *Antiguos*, y cuya finalidad era «deducir los Fenómenos de la Naturaleza, la formación de nuestro Globo, los cambios que se habían producido después, y aquellos que estaban aún por llegar» [BOURGUET, 1729, p. 177, §1]. En dicha memoria hizo algunas observaciones en la que aparece como papel central de su discurso sobre el razonamiento geológico la importante idea de las *regularidades*, que divide en tres grandes grupos según el campo de observación de los correspondientes fenómenos: 1) la superficie del globo, 2) la estructura interna de la parte sólida del planeta, y 3) la destrucción de la Tierra.

Sobre una base conceptual, en la que hay que recalcar su naturaleza no histórica, estableció además una primera clasificación de las *geoteorías* según el tipo de *hipótesis* a considerar:

I. *La caída del mundo antiguo*, con el filósofo veneciano Francesco Patrizi da Cherso (1529-1597), como referente principal<sup>31</sup>, cuyas ideas las había tomado prestadas del *Fedón* de Platón [PATRIZI, 1562].

II. *La estancia natural de las aguas donde se encuentra actualmente tierra firme*, basada en el hallazgo de fósiles marinos en la cima de las montañas, con el polifacético francés Bernard Palissy (1510-1589) como pionero a partir de algunos presu- puestos *meteorológicos* aristotélicos [PALISSY, 1580]<sup>32</sup>.

III. *La disolución del primer mundo*, según las ideas del naturalista y anticuario británico John Woodward (1665-1728), donde el Génesis bíblico era la fuente de revelación [WOODWARD, 1695]<sup>33</sup>.

Estas clases de cosmologías han sido denominadas, respectivamente, *platónicas*, *aristotélicas* y *mosaicas*, y salvo algunos casos muy concretos, la *única* homogeneidad conceptual que poseían en su gran mayoría era el haber sido consideradas como *ociosas fantasías de la imaginación*, puesto que los filósofos estaban más preocupados por lo que se imaginaban que por lo que veían, y en crear sistemas y teorías que en examinar los hechos [PENN, 1828, p. 10].

Casi todas las *teorías*, hasta 1785, salvo algunos trabajos muy excepcionales, estaban enmarcadas en la corriente escritural, dentro de la filosofía catastrofista. A esto último no hay que darle un sentido peyorativo, puesto que es preciso reconocer que la capacidad de observación e interpretación de muchos de estos autores, con independencia de su ideología o de su especulación de índole religiosa, superaba con creces a las de otros investigadores uniformitaristas y actualistas, a la sazón pretendidamente más científicos.

Ese año de 1785, un siglo después de la aparición de la obra sacra de Burnet, se presentó la *Theory of the Earth* de James Hutton (1726-1797), que había empezado a elaborar desde mediados del siglo XVIII, cuya publicación completa llegaría tres años después, y ampliada en forma de libro una década más tarde [HUTTON, 1785, 1788, 1795]. Sin duda no fue *una más* dentro de la ciencia, puesto que se situaba en un contexto intelectual bastante diferente a los modelos predominantes, en especial si tenemos en cuenta algunos factores esenciales: abandonaba por completo la mencionada *tradicón escritural* en el sentido de que se trataba de una teoría *causal cíclica*, frente al modelo *genético* o (pseudo)*histórico*, propio de la teología cristiana<sup>34</sup>; supuso, por lo tanto, el mayor reto que se podía plantear al orden tradicional, y *dispersó*, en palabras del geólogo inglés Thomas George Bonney (1833-1923), «una multitud de fantasmas» que literalmente limitaban el desarrollo de la geología [RAMSAY, 1918, p. 126], convirtiéndola de esta forma en una *ciencia lógica* [DUNCAN, 1882, p. 235]. También se desmarcaba de la filosofía animista del químico y médico alemán Georg Ernst Stahl (1660-1734), para integrarse en el pensamiento químico-mecanicista del polímata holandés Hermann Boerhaave (1668-1738). Por otro lado, abanderaría la corriente plutonista, frente al diluvialismo y la escuela neptunista de Abraham Gottlob Werner (1749-1817) que había iniciado sus enseñanzas una década antes en Friburgo [ADAMS, 1938, pp. 238-245]<sup>35</sup>. En este sentido, y dentro de las críticas recibidas, todas las *teorías* seguidoras de la filosofía huttoniana serían catalogadas a principios del siglo XIX de «monstruosidades» por Robert Jameson (1774-1854), discípulo de Werner y profesor de la Universidad de Edimburgo, puesto que, para él, no podían dar una explicación *racional* o *satisfactoria* ni siquiera de una simple montaña [JAMESON, 1808, p. 42; CHITTINIS, 1970]. Sin embargo, para algunos autores modernos, con la *teoría* huttoniana se había iniciado la auténtica *narración científica* de la Tierra [WILLIAMS, 2000, p. 38].

Igual que habían hecho otros naturalistas en épocas precedentes, entre los que cabría destacar sin duda a Nicolas Steno (1638-1686) cien años antes<sup>36</sup>, Hutton fue consciente de que la Tierra tenía una *historia* que también, y parafraseando a Hegel, *permanecía envuelta en la niebla de un mundo pretérito*. Pero su *historia* estaba sometida a las mismas regularidades que había planteado medio siglo antes Bourguet, es decir, a un tiempo cíclico y por lo tanto *ahistórico*, por lo que su interpretación geológica debería más bien enmarcarse dentro del mito del eterno retorno como ya hemos puesto de manifiesto [GARCÍA CRUZ, 2003, 2013]. Pese a ello, el pasado terrestre podía revelarse a toda mente reflexiva a través de una interpretación basada en leyes mecánicas y físico-químicas, sin necesidad de recurrir a principios trascendentales, organicistas o animistas. Se trataba, pues, de explicar el funcionamiento del planeta mediante procesos naturales que afectaban a sistemas materiales en los que se alternaban la generación y la destrucción, en un ciclo interminable *sin vestigio de un principio ni perspectiva de un final*.

En el plano historiográfico, su trabajo representaría asimismo un hito importante dentro de la intelectualidad general de su época, con un trasfondo sociopolítico, en especial de la Escocia del siglo XVIII, cuyo conocimiento proporciona el bagaje histórico y cultural<sup>37</sup> adecuado para entender mejor ese ambiente que permitió a James Hutton desarrollar su gran contribución<sup>38</sup> a la modernización de la ciencia geológica.

La trascendencia de las ideas de Hutton y su influencia posterior en el desarrollo de la geología como ciencia histórica solo quedó de manifiesto en la primera mitad del siglo XIX con la asunción por parte de Charles Lyell de la filosofía huttoniana en los ya citados *Principles of Geology*. Pero esto ya es otra *historia*...

## A MODO DE CONCLUSIÓN

Conforme se concretaban las ideas sobre el significado de naturaleza, se fueron desarrollando también casi paralelamente las sensibilidades históricas en relación con ella. Y fue la geología, entre las ciencias naturales, la que adquirió primero la categoría de ciencia histórica (antes que la cosmología, la paleontología y la biología evolutiva), y quizás también por ello ha sido infravalorada dentro de las ciencias experimentales, especialmente frente a la física. Aunque, sin duda, existen otros motivos de mayor relevancia: la geología se enfrentó incluso desde antes del Renacimiento a la tradición hexameral con el argumento de la razón en lugar del sometimiento a la fe: todo lo que era *necesario* conocer sobre la Tierra, desde su origen hasta el fin de los tiempos, se consideraba estaba en la Biblia, y frente a los Textos Sagrados, la geología enarboló las rocas y los fósiles como componentes fundamentales del gran Libro de la Naturaleza hasta dotarlo del semblante histórico que desde la cultura religiosa se había procurado soslayar, y hasta le había sido negado valor como conocimiento puesto que la destrucción del planeta estaba por llegar con prontitud. Aquellas *Teorías de la Tierra* que se basaban en la percepción de los sen-

tidos contribuyeron sobremanera a relegar el Teocentrismo como fuente de inspiración para una supuesta forma de *hacer* ciencia. A finales del siglo XVIII, con la publicación de la *teoría* de James Hutton, y a pesar de que su tiempo era cíclico y consecuentemente ahistórico, se produjo un cambio relevante en la concepción de la Tierra que provocaría en las décadas siguientes la asunción de la historia en la reconstrucción racional del planeta.

## NOTAS

1. Remitimos a COLLINGWOOD [1946] como el mejor y más completo estudio imprescindible en este sentido; véanse, además, CRUZ y BRAUER [2005], TOULMIN y GOODFIELD [1968], WALSH [1961].
2. La influencia de G.W.F. Hegel (1770-1831) a principios del siglo XIX en la concreción de la idea de historia fue fundamental; sin embargo, su *aportación* en el contexto del mundo natural pone de manifiesto la herencia cultural de su propia época cuando se expresaba en los siguientes términos en una de sus lecciones sobre filosofía de la historia: «Las variaciones en la naturaleza, con ser tan infinitamente diversas como son, muestran solo un círculo, que se repite siempre. En la naturaleza no sucede nada nuevo bajo el sol; por eso el espectáculo uniforme de sus transformaciones produce hastío» [HEGEL, 1837, p. 127]. En los años siguientes, ya fallecido el eminente filósofo alemán, y a pesar de su poderosa influencia, Charles Lyell en geología y Charles Darwin en biología contradirían estas opiniones.
3. Una de las mejores reflexiones sobre la idea de contingencia histórica la podemos encontrar en GOULD [1989, esp. pp. 257-271].
4. Sobre las características epistemológicas de la *retrocción*, véanse BUNGE [2000, cap. 10], HEMPEL [1965].
5. Para un excelente análisis de los aspectos filosóficos de las Ciencias de la Tierra, ya clásico, véase ALBRITTON [1963], y una revisión moderna en BAKER [2013].
6. En relación con este método, véase el trabajo fundamental de CHAMBERLIN [1890], reimpresso en varias ocasiones; véanse también ELLIOTT y BROOK [2007], JOHNSON [1990], RAILSBACK [1990, 2004], RAUP [1995].
7. Quizás los fundamentos económicos del materialismo histórico sean una excepción, aunque no aceptada por todos los estudiosos.
8. En el diccionario de la RAE hay que esperar a la tercera acepción para encontrar la definición citada. Desde el punto de vista etimológico, naturaleza procede del término latino *natura* (de *natus*, p.p. de *nasci*, nacido, con un significado equivalente en griego, φύσις, de φύειν, engendrar, producir, dar nacimiento), con lo que en su origen no se refería a las cosas naturales propiamente dichas, sino a los procesos o principios vitales que las producían.
9. Sobre el origen y evolución de la idea de naturaleza, especialmente en el marco del Renacimiento hasta el siglo XVIII, véanse BOORSTIN [1983], COLLINGWOOD [1945, 2ª Parte, cap. I y II], GLACKEN [1967, 3ª y 4ª partes], LENOBLE [1969, Segunda Parte], ya clásicos pero fundamentales; véanse, además, MURRAY [1992], WESTFALL [1992].
10. Para COLLINGWOOD [1945, pp. 19-30], se han dado tres etapas trascendentales a lo largo de las cuales se fue desarrollando progresivamente la idea de naturaleza, etapas que denomina *movimientos cosmológicos*: en primer término, el mundo clásico helénico; en segundo lugar, el Renacimiento; y por último, el período moderno, cuyos inicios se sitúan a finales del siglo XVIII.
11. Algunos aspectos interesantes sobre este período considerado revolucionario en geología han sido tratados por LENOBLE [1954], OGILVIE [2006], OLDROYD [1996, cap. 1-4], ROSENBERG [2009], ŞENGÖR [2003, esp. cap. V-VIII].
12. Estos aspectos de la filosofía aristotélica se pueden ver en sus obras *Física* [Libro IV, 14], y *Metafísica* [Libro V, cap. II].

13. Sobre las interesantes aportaciones de Telesio, véanse también BLUM [2012, cap. 7, apartado 7.2], BONDI *et al.* [2013], FRANCO [1995], GILBERT [1976].
14. Descartes, desde un principio, sostuvo que el mundo, aunque no se hubiera formado según su explicación, «y que haya sido creado inmediatamente por Dios, todas las cosas que contiene no dejan de ser ahora de la misma naturaleza, que si se hubiesen producido de esta forma» [DESCARTES, 1644, IVª parte, p. 201, énfasis original]. Esto no dejaba de ser una hábil sentencia para evitar un posible escándalo frente a la tradición cristiana y no crearse un conflicto con las autoridades religiosas: Galileo había fallecido hacía apenas dos años y su «caso» estaba aún caliente.
15. La *Telluris Theoria Sacra* fue conocida antes de su publicación por Isaac Newton, quien mantuvo una breve pero interesante correspondencia sobre ella con su autor entre 1680 y 1681; véase TURNBULL [1960, pp. 319, 321-335], y la traducción castellana de esta correspondencia en GARCÍA CRUZ [2005].
16. Según PELAYO [1996, pp. 26-28], la obra de Burnet pudo haber estado *inspirada* en la citada disertación de González de Salas que forma parte de su traducción de la obra *De Chorographia (Compendio Geographico)* del escritor latino Pomponio Mela (siglo I d.C.). Más que de inspiración, al parecer se trató realmente de un *plagio*, y como *plagiario* fue calificado Burnet en ediciones posteriores de la citada traducción; véase SANCHA [1780, pp. XXIV-XXV]; véase, más adelante, nota 31.
17. En esta versión inglesa, que era, por otro lado, una reelaboración y no una mera traducción, se suprimía el adjetivo «*Sagrado*» que sería recuperado en ediciones posteriores.
18. Sobre el desarrollo y distintos significados de las teorías de la Tierra, véanse ALBRITTON [1980, cap. 8], ÁLVAREZ MUÑOZ [2004, cap. 2], ASHWORTH [1984], COLLIER [1934], DAVIES [1969, pp. 154-199], DOTT [1969, pp. 122-141], GARCÍA CRUZ [2003], KELLY [1969, pp. 214-225], MAGRUDER [1999, 2000, 2006, 2009], OLDROYD [1996, cap. 2-4], PELAYO LÓPEZ [1991, 1996a, cap. 2, 1996b], RAPPAPORT [1997], ROGER [1973, pp. 23-48], ROSSI [1979, cap. 16], RUDWICK [2005, cap. 3, pp. 158-172], SINGH [2012, cap. 7-8], TAYLOR [1974; 1988; 1992, pp. 334-345; 2002], VERMIJ [1998].
19. Este año de 1795 se corresponde con «El Año Tercero de la República Francesa» (*L'An Troisième de la République Française*), y así figura como fecha en la citada obra.
20. Véanse, entre otros, BOWLER [1984, cap. 2; 1992, cap. IV], ELLENBERGER [1994, pp. 12-16], GOHAU [1990, cap. VII y X; 2003], GREENE [1959, cap. 1-3], MAGRUDER [2006], MAGRUDER y TAYLOR [2004], NICOLSON [1959, cap. 2-4], PELAYO [1991, 1996b], ROSSI [1979, cap. 1-16], RUDWICK [1986; 2005, cap. 3], TAYLOR [1992, 2002].
21. De hecho, James Hutton utiliza el término *sistema* en la primera versión de su obra [HUTTON, 1785], que sustituiría en las siguientes ediciones por *teoría* [HUTTON, 1788, 1795].
22. No deja de ser un reto el que Don L. Anderson (n. 1933), profesor emérito de geofísica del California Institute of Technology, haya puesto este título precisamente a un excelente tratado sobre geología del interior del planeta, título que, según confiesa en el prefacio, «no fue elegido por casualidad», sino porque la primera edición coincidía con el ducentésimo aniversario de la publicación de la obra de Hutton [ANDERSON, 1989, p. XII].
23. La obra de Lyell ha sido sobredimensionada en relación con su influencia posterior en el desarrollo de la ciencia geológica, especialmente a partir del estudio de GILLISPIE [1951, cap. V]; revisiones en este sentido se encuentran en CABEZAS OLMO [2002, cap. 2 y 3], ELENA [1988], GARCÍA CRUZ [1999, 2000, 2001], PORTER [1976], RUDWICK [1990], ŞENGÖR [2002], VIRGILI [2003]; para un análisis comparado con las reglas de razonamiento newtonianas, véase CAMARDI [1999].
24. Estas definiciones se encuentran en WHEWELL [1837, Libro XVIII, cap. VIII, pp. 606-624; 1840, pp. XXXVI, §CX].
25. Sobre las relaciones entre la ciencia geológica y la religión, véanse AYALA-CARCEDO [2004a, 2004b], BROOKE [1991], CAPEL [1985], GILLISPIE [1951], HOOYKAAS [1959, 1974], KLAVER [1997], KÖLBL-EBERT [2009], MAGRUDER [2009], WHITE [1897, vol. I], WILSON [1999, cap. 2].
26. Entre ellos, Isaac Newton; véanse KUBRIN [1967, 1968], RAMATI [2001]; véanse, además, BROOKE [1991, cap. 4], HEIMANN [1978].

27. Para un excelente estudio, ya clásico, de estos aspectos filosóficos dentro de la concepción cristiana de la naturaleza, véase COLLIER [1934, pp. 234-241].
28. Burnet utiliza la palabra *fisiología* en su *primera* acepción original, es decir, con el significado de *ciencia o filosofía natural*; aquí, pues, no tiene nada que ver con la *ciencia que estudia las funciones de los seres organizados*; Aristóteles, por ejemplo, además de *físicos* (φύσιχοι), hablaba de *fisiólogos* (φυσιολόγοι) en referencia a los filósofos jónicos, como *naturalistas* o *teóricos de la naturaleza*; véase GARCÍA CRUZ [2007].
29. La *geognosia* (del griego γη, tierra, y γνωσις, conocimiento; literalmente, *conocimiento de la tierra*), y la *orictognosia* (del griego ορυκτός, cavado, y γνωσις, conocimiento de lo extraído de la tierra, que incluía, por lo tanto, no sólo a los minerales sino también a los fósiles), darían lugar a la geología y a la mineralogía (separada de la paleontología), respectivamente, en sus aspectos más modernos [OSPOVAT, 1971; RUDWICK, 1997; VACCARI y MORELLO, 1998]. Las críticas a la *teorías de la tierra* motivaron precisamente que Werner utilizara el término *Gebürge* (literalmente *formaciones, minas*, en alemán antiguo), que pasaría como *Geognosie* para distinguir la *verdadera ciencia* de dichas *teorías* [WERNER, 1774, p. 14, §3]. Con anterioridad, en 1761, el médico y naturalista alemán Georg Christian Füchsel (1722-1773) había utilizado la expresión *scientia geognostica* con el mismo significado [FÜCHSEL, 1761, p. 209]; de hecho, la *geognosia* se definía como la parte de la mineralogía que proporcionaba un conocimiento sistemático y preciso de la tierra sólida, en relación con los cuerpos naturales que la rodean y especialmente con las circunstancias de su estructura interna y externa, y de los minerales que la constituyen de acuerdo con sus diferencias y modos de formación. Es más, la *geognosia* fue utilizada en diversas ocasiones durante el siglo XIX como arma argumental en contra de las teorías y en defensa de la Teología Natural; véase, por ejemplo, LORD [1855], que curiosamente sólo emplea el término *geognosia* en el título de la obra.
30. Sobre Buffon como *teórico* de la Tierra, véanse, además, BAERE [2004], GAYON [1992], HOQUET [2005].
31. Aquí, BOURGUET [1729, pp. 177-178] también cita como referente de este tipo de hipótesis a González de Salas, y lo coloca al *mismo nivel* que a Burnet, aunque cita en primer lugar al estudioso español. Recuérdese lo dicho anteriormente (nota 16) sobre Burnet y González de Salas.
32. La cita que da BOURGUET [1729, p. 222] —*L'art de devenir riche*— se refiere al segundo volumen de *Le moyen de devenir riche* (R. Fouet, París, 1636), que contiene los *Discours* de Palissy (véase la bibliografía), y está considerado como una reimpresión no fidedigna en relación con el original.
33. Por otro lado, BOURGUET [1729, p. 222] cita la traducción latina del *ensayo* de Woodward: *Specimen geographica physica [quo agitur de terra et corporibus terrestribus speciatim mineralibus]* publicada en Zúrich en 1704.
34. De este modelo genético en la tradición judeocristiana habría que excluir el libro del Eclesiastés por su concepción cíclica de la «historia» (véase, en concreto, 1, 7-9); en última instancia, para algunos especialistas se trata de una obra de la cultura helénica incorporada al judaísmo.
35. No se debería interpretar la escuela werneriana como *súbdita* del diluvialismo bíblico y de la tradición hexameral; por el contrario, a pesar de la tergiversación existente, Werner y sus discípulos contribuyeron también desde la mineralogía al desarrollo racional de la ciencia geológica; véase LAUDAN [1987, cap. 5], OSPOVAT [1976].
36. Sobre las ideas de Steno, véanse SEQUEIROS [2003], SEQUEIROS y PELAYO [2011]. La cultura árabe, por otro lado, también se adelantó en varios siglos a las ideas geológicas de Hutton; véase al respecto el ya clásico DUHEM [1958, pp. 253-268].
37. Véase, por ejemplo, MCINTYRE [2004].
38. Hablamos de «contribución» y no de «origen» a pesar de que muchos autores consideran a James Hutton como el «fundador» o «padre» de la geología moderna, y a su *teoría* como la «obra fundacional»; véanse, al respecto, EYLES [1969], MCINTYRE [1997, 1999, 2004], OLDROYD [1994, 2004], REP-CHECK [2003], WILLS [1935], ZIRNSTEIN [1977]. Es difícil establecer el *origen* y la *paternidad* de una disciplina, en especial cuando se pretende hacer referencia a *una sola* obra y persona, y el caso de la

geología no es un hecho aparte; véase ÁLVAREZ MUÑOZ [2004, cap. 1, esp. pp. 40-46], para un análisis detallado en este sentido, y GARCÍA CRUZ [2013] sobre la naturaleza cíclica, y por lo tanto ahistórica, de las ideas de Hutton.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, F.D. (1938) *The birth and development of the geological sciences*. Nueva York, Dover, 1990, v+506 pp.
- ALBRITTON, C.C. Jr. (ed.) (1963) *Filosofía de la Geología*. México, CECSA [trad. castellana 1970, 438 pp.].
- ALBRITTON, C.C. Jr. (1980) *The abyss of time. Changing conceptions of the Earth's antiquity after the Sixteenth Century*. San Francisco (CA), Freeman-Cooper, 251 pp.
- ÁLVAREZ MUÑOZ, E. (2004) *Filosofía de las ciencias de la tierra. El cierre categorial de la geología*. Oviedo, Pentalfa, 355 pp.
- ANDERSON, D.L. (1989) *New theory of the Earth*. Cambridge-Nueva York, Cambridge University Press, reed. 2007, xv+384 pp.
- ASHWORTH, W.B., Jr. (ed.) (1984) *Theories of the Earth, 1644-1830. The history of a genre*. Kansas City (MO), Linda Hall Library, 68 pp.
- AYALA-CARCEDO, F.J. (2004a) «Las ciencias de la Tierra y la Biblia. Una aproximación desde la razón científica». *Boletín Geológico y Minero*, 115(4), 593-628.
- AYALA-CARCEDO, F.J. (2004b) «Las ciencias de la Tierra y la Biblia. Una aproximación desde la razón científica». *Investigaciones Geográficas*, 34, 4-103.
- BAERE, B. DE (2004) *La pensée cosmogonique de Buffon: percer la nuit des temps*. París, H. Champion [279 pp.].
- BAKER, V.R. (ed.) (2013) *Rethinking the fabric of geology*. Geological Society of America, Special Papers N° 502, ix+185 pp.
- BLUM, P.R. (2012) *Studies on early modern aristotelianism*. Leiden-Boston, Brill, xxi+367 pp.
- BONDI, R.; SCHUHMAN, K.; LERNER, M.P.; GRANADA, M.A. y GÓMEZ LÓPEZ, S. (2013) *Bernardino Telesio y la nueva imagen de la naturaleza en el Renacimiento*. Madrid, Siruela, 248 pp.
- BOORSTIN, D.J. (1983) «La naturaleza». En: *Los descubridores*, Libro III. Barcelona, Crítica, 291-460 [trad. castellana 1986].
- BOUÉ, A. (1843) «Pensées théoriques fugitives». *Bulletin de la Société Géologique de France*, 14(1842-1843), 407-447 [Séance du 17 avril 1843; Bibliothèque National de France, París].
- BOURGUET, L. (1729) «Mémoire sur la théorie de la terre». En: *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux*. Amsterdam, F. L'Honoré, 177-220. [Biblioteca Nacional, Madrid; existe facsímile de la 2ª ed./1762 en Whitefish (MT), Kessinger (2009), 217-270].
- BOWLER, P.J. (1984) *Evolution. The history of an idea*. Berkeley-Los Ángeles, University of California Press [2ª ed. revisada 1989, xvi+432 pp.].
- BOWLER, P.J. (1992) *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. México, Fondo de Cultura Económica [trad. castellana 1998, iv+467 pp.].
- BROOKE, J.H. (1979) «The natural theology of the geologists: some theological strata». En: L. Ordanova y R. Porter (eds.) *Images of the Earth: essays in the history of the environmental sciences*. Chalfont St. Giles, British Society for the History of Science, 39-64 [2ª ed. revisada 1997].

- BROOKE, J.H. (1991) *Science and religion: some historical perspectives*. Cambridge (NY), Cambridge University Press [x+422 pp.].
- BRUNO, G. (1584a) *La cena de las cenizas*. Madrid, Editora Nacional [trad. castellana 1984, 189 pp.].
- BRUNO, G. (1584b) *De la causa, principio y uno*. Buenos Aires, Losada [trad. castellana 2010, 183 pp.].
- BRUNO, G. (1584c) *Del infinito: el universo y los mundos*. Madrid, Alianza [trad. castellana 1993, 243 pp.].
- BUFFON, G.L.L. Conde de (1749) «Second Discours: Histoire et Théorie de la Terre». En: A. Richard (ed.) (1827) *Œuvres complètes de Buffon*, tomo I. París, Baudouin Frères, 118-191 [Bibliothèque Nationale de France, París].
- BUNGE, M. (2000) *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. México, Siglo XXI, 805 pp.
- BURNET, T. (1681) *Telluris theoria sacra: orbis nostris originem & mutationes generales, quas aut jam subiit, aut olim subiturus est, complectens: libri duo priores de diluivio & paradiso*. Londres, Kettlby, 474 pp. [British Library, Londres].
- BURNET, T. (1684-1690) *The Theory of the Earth: containing an account of the original of the Earth, and of all the general changes which it hath already undergone, or is to undergo, till the consummation of all things*. Londres, R. Norton, 2 vols., XIII+223, IX+188 pp. [reedición en Carbondale, Southern Illinois University Press, 1965].
- CABEZAS OLMO, E. (2002) *La Tierra, un debate interminable*. Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, 204 pp.
- CAPEL, H. (1985) *La física sagrada*. Barcelona, Serbal, 223 pp.
- CAMARDI, G. (1999) «Charles Lyell and the principle of uniformity». *Biology and Philosophy*, 14(4), 537-560.
- CHAMBERLIN, T.C. (1890) «The method of multiple working hypotheses». *Science*, 15(366), 92-96 [reimpreso en: *Journal of Geology*, 5(8)1897, 837-848; *Journal of Geology*, 39(2)1931, 155-165 y *Science*, 148(3671)1965, 754-759].
- CHERNI, A. (1998) *Buffon, la nature et son histoire*. París, Presses Universitaires de France, 127 pp.
- CHITNIS, A.C. (1970) «The University of Edinburgh's Natural History Museum and the Huttonian-Wernerian debate». *Annals of Science*, 26(2), 85-94.
- COLLIER, K.B. (1934) *Cosmogonies of our fathers: Some theories of the Seventeenth and the Eighteenth Centuries*. Nueva York, Octagon, 1968, VI+501 pp. [reedición en Whitefish (MT), Kessinger, 2008].
- COLLINGWOOD, R.G. (1945) *Idea de la naturaleza*. México, Fondo de Cultura Económica [trad. castellana 1950, ed. 2006, 243 pp.].
- COLLINGWOOD, R.G. (1946) *Idea de la historia*. México, Fondo de Cultura Económica [trad. castellana 1952, 3ª ed. 2004, 610 pp.].
- COPÉRNICO, N. (1543) *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*. Madrid, Editora Nacional [trad. castellana 1982, 551 pp.].
- CRUZ, M. y BRAUER, D. (comp.) (2005) *La comprensión del pasado. Escritos sobre filosofía de la historia*. Barcelona, Herder, 445 pp.
- DAVIES, G.L. (1969) *The Earth in decay: A history of British Geomorphology, 1578 to 1878*. Londres, Mcdonald, XVI+390 pp.
- DESCARTES, R. (1644) *Les principes de la philosophie*. J. Vrin, París [trad. francesa 1647; ed. 1989; xx+362 pp.; existe trad. castellana en Madrid, Alianza, 1995].

- DESMAREST, N. (1757) «Géographie physique». En: *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, tomo VII. París, Briasson, David, Le Breton & Durand, 613-626 [3ª ed. 1779, Ginebra-Neufchâtel, L. Pellet-Société Typographique, tomo XVI, 15-36] [Bibliothèque National de France, París].
- DESMAREST, N. (1795) *Encyclopédie Méthodique. Géographie Physique*. París, H. Agasse, tomo I, 857 pp. [Bibliothèque National de France, París].
- DOTT, R.H. Jr. (1969) «James Hutton and the concept of a dynamic earth». En: C.J. Schneer (ed.) *Toward a history of geology*. Cambridge (MA), MIT Press, 122-141.
- DUHEM, P. (1958) *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. París, Herman, tomo IX, 1997, 442 p.
- DUNCAN, P.M. (1882) *Heroes of sciences. Botanists, zoologists, and geologists*. Charleston, (SC BiblioLife) (facsimile 2009), XIII+348 p.
- ELENA, A. (1988) «The imaginary Lyellian revolution». *Earth Sciences History*, 7(2), 126-133.
- ELLENBERGER, F. (1994) *Histoire de la géologie. Tome 2: La grande éclosion et ses prémices, 1660-1810*. París, Technique et Documentation (Lavoisier), XII+381 pp.
- ELLIOTT, L.P. y BROOK, B.W. (2007) «Revisiting Chamberlin: Multiple working hypotheses for the 21st Century». *BioScience*, 57(7), 608-614.
- EYLES, V.A. (1969) «The extent of geological knowledge in the Eighteenth Century, and the methods by which it was diffused». En: C.J. Schneer (ed.) *Toward a history of geology*. Cambridge (MA), MIT Press, 159-183.
- FRANCO, L. DE (1995) *Introduzione a Bernardino Telesio*. Soveria Manelli, Rubbettino, 464 pp.
- FÜCHSEL, G.C. (1761) «Historia terrae et maris, ex historia Thuringiae per montium descriptionem eruta». *Actorum Academiae Electoralis Moguntinae Scientiarum utilium quae Erfordiae est*, 2, 44-209 [Goethe Universitätsbibliothek, Fráncfort del Meno].
- GARCÍA CRUZ, C.M. (1999) «El principio de uniformidad. II. Un obstáculo epistemológico entre el pasado y el presente». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(1), 16-20.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2000) «El principio de uniformidad. III. El presente: una aproximación al neocatastrofismo». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(2), 99-107.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2001) «El actualismo-uniformitarismo como obstáculo epistemológico». *Cadernos IG/UNICAMP*, 9(1), 22-32.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2003) «La «Teoría de la Tierra» (1785, 1788) de James Hutton: Visión cíclica de un mundo cambiante». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2), 126-132.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2005) «La correspondencia entre Isaac Newton y Thomas Burnet (1680-81) en relación con la *Telluris Theoria Sacra*». *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 28(61), 29-58.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2007) «De la «Teoría de la Tierra» de James Hutton a la «Hipótesis Gaia» de James Lovelock». *Asclepio, Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, LIX(1), 65-100.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2013) «James Hutton (1726-1797) y el mito del eterno retorno: Interpretación de la Tierra en el siglo XVIII». *Llull*, 36(78), 259-282.
- GAYON, J. (ed.) (1992) *Buffon 88: Actes du colloque international pour le bicentenaire de la mort de Buffon* (París-Montbard-Dijon, 14-22 juin 1988). París, J. Vrin, 771 pp.
- GILBERT, N.W. (1976) «Telesio, Bernardino». En: C.C. Gillispie (ed.) *Dictionary of scientific biography*, vol. XIII. Nueva York, Scribner, 277-280.
- GILLISPIE, C.C. (1951) *Genesis and geology*. Cambridge (Ma), Harvard University Press, 1996, XIII +315 pp.

- GLACKEN, J.C. (1967) *Huellas en la playa de Rodas. Naturaleza y cultura en el pensamiento occidental desde la antigüedad hasta finales del siglo XVIII*. Barcelona, Serbal [trad. castellana 1996, 730 pp.].
- GOHAU, G. (1990) *Les sciences de la Terre aux XVIIe et XVIIIe siècles. Naissance de la géologie*. París, Albin Michel, 420 pp.
- GOHAU, G. (2003) *Naissance de la géologie historique. La Terre des «théories» à l'histoire*. París, Vuibert-ADAPT, 124 pp.
- GONZÁLEZ DE SALAS, J.A. (1644) «Dissertacion de la Tierra descubierta, i cvbierta de las agvas». En: P. Mela (c. 40 d.C.) *Compendio geographico*. Madrid, Diego Díaz de la Carrera Impresor, (sin numeración) 17-42 [en la 2ª impresión, Sancha 1780, pp. 14-61] [Ateneo de Barcelona, Biblioteca].
- GOULD, S.J. (1987) *Time's arrow, time's cycle: myth and metaphor in the discovery of geological time*. Cambridge (MA), Harvard University Press, XIII+222 pp.
- GOULD, S.J. (1989) *La vida maravillosa. Burgess Shale y la naturaleza de la historia*. Barcelona, RBA [trad. española 1991, ed. 1994, 313 pp.].
- GREENE, J.C. (1959) *The death of Adam: Evolution and its impact on western thought*. Ames, Iowa States University Press, 1996, 388 pp.
- GREW, N. (1701) *Cosmologia Sacra; or, A discourse of the universe, as it is the creature and kingdom of God. Chiefly written to demonstrate the truth and excellency of the Bible, etc.* Londres, W. Rogers, S. Smith y B. Walford, 372 pp. [Bibliothèque National de France, París].
- GUNTAU, M. (1996) «The natural history of the earth». En: N. Jardine, J.A. Secord y E.C. Spary (eds.) *Cultures of natural history*. Cambridge, Cambridge University Press, 211-229.
- HARRISON, P. (1998) *The Bible, Protestantism, and the rise of natural science*. Cambridge, Cambridge University Press, 2001, XI+328 pp.
- HEGEL, G.W.F. (1837) *Lecciones sobre la filosofía de la historia universal*. Madrid, Alianza [trad. castellana 1928, ed. 1980, 701 pp.].
- HEIMANN, P.M. (1978) «Voluntarism and immanence: conceptions of nature in Eighteenth-Century thought». *Journal of the History of Ideas*, 39(2), 271-283.
- HEMPEL, C.G. (1965) «El dilema del teórico: Un estudio sobre la lógica de la construcción de teorías». En: *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Buenos Aires, Paidós, 177-229 [trad. castellana 1979].
- HOOYKAAS, R.J. (1959) *Natural law and divine miracle. The principle of uniformity in geology, biology and theology*. Leiden, Brill, 1963, XIII+237 pp.
- HOOYKAAS, R.J. (1972) *Religion and the rise of modern science*. Edimburgo, Scottish Academic Press, XIV+162 pp.
- HOOYKAAS, R.J. (1974) «Genesis and geology». En: J.H. Brooke, R.J. Hooykaas, y C. Lawless (eds.) *New interactions between theology and natural science*. Milton Keynes, The Open University Press, 55-87.
- HOQUET, T. (2005) *Buffon: histoire naturelle et philosophie*. París, H. Champion, 809 pp.
- HUTTON, J. (1785) *Abstract of a Dissertation read in the Royal Society of Edinburgh upon the Seventh of March, and Fourth of April MDCCLXXXV, concerning the System of the Earth, its Duration and Stability*. Edimburgo, Scottish Academic Press (facsimile 1987), 30 pp. [trad. castellana en: *Llull*, 22(43)1999, 223-238 y *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2)2004, 153-156].

- HUTTON, J. (1788) «Theory of the Earth, or an Investigation of the Laws observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of land upon the Globe». *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1(2), 209-304. [British Library, Londres; trad. castellana en: *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2)2004, 160-205].
- HUTTON, J. (1795) *Theory of the Earth, with proof and illustrations*. Londres-Edimburgo, Cadell Jr. & Davies-W. Crach, 2 vols., 610+567 pp. [Facsimiles en: Nueva York, Hafner, 1959; Herts, Welson & Codicot, 1959; Lehre, J. Cramer, 1972]. Vol. 3 (póstumo, 1899); facsímile en Londres, Geological Society, 1997, xvi+291 pp. [Esta obra está reproducida en D.R. Dean (ed.) (1997) *James Hutton in the field and in the study*. Delmar (NY), Scholars' Facsimiles and Reprints, 278 pp.].
- JAMESON, R. (1808) *Elements of Geognosy*. En: *System of Mineralogy*, vol. III. Londres, William Blackwood, xvi+386 pp. [existe facsímile moderno con el título *The Wernerian theory of the Neptunian origin of rocks*. Nueva York, Hafner, 1976].
- JOHNSON, J.G. (1990) «Method of multiple working hypotheses: A chimera». *Geology*, 18(1), 44-45.
- KELLY, S. (1969) «Theories of the Earth in Renaissance cosmologies». En: C.J. Schneer (ed.) *Toward a history of geology*. Cambridge (MA), MIT Press, 214-225.
- KLAVER, J.M.I. (1997) *Geology and religious sentiment. The effect of geological discoveries on English society and literature between 1829 and 1859*. Leiden-Nueva York, E.J. Brill, xvi+215 pp.
- KÖLBL-EBERT, M. (ed.) (2009) *Geology and religion: a history of harmony and hostility*. Geological Society of London, Special Publ. N° 310, vi+357 p.
- KUBRIN, D.C. (1967) «Newton and the cyclical cosmos: providence and the mechanical philosophy». *Journal of the History of Ideas*, 28(3), 325-346.
- KUBRIN, D.C. (1968) *Providence and the mechanical philosophy: The creation and dissolution of the world in Newtonian thought. A study of the relations of science and religion in Seventeenth-Century England*. Tesis doctoral (Ph.D.), Cornell University [facsímile inédito], 387 hojas.
- LAUDAN, R. (1987) *From mineralogy to geology. The foundations of a science, 1650-1830*. Chicago, University of Chicago Press, 1993, xii+278 pp.
- LENOBLE, R. (1954) «La géologie au milieu du XVII<sup>e</sup> siècle». *Les Conférences au Palais de la Découverte*, París, Série D (Histoire des Sciences), N° 27 (19 janvier), 36 pp.
- LENOBLE, R. (1969) *Esquisse d'une histoire de l'idée de nature*. París, Albin Michel, 446 pp.
- LORD, D.N. (1855) *Geognosy: or, The facts and principles of geology against theories*. Nueva York, F. Knight, viii+412 pp. [British Library, Londres].
- MAGRUDER, K.V. (1999) «Crossing disciplinary divides: Global visions and hexameral idiom in textual tradition before geology». *Proceedings of the Geological Society of America, Annual Meetings*, Denver (CO), 25-28 October, abstract.
- MAGRUDER, K.V. (2000) *Theories of the Earth from Descartes to Cuvier: Natural order and historical contingency in a contested textual tradition*. Tesis doctoral (Ph.D.), Graduate College, University of Oklahoma [facsímile inédito], 871 pp.
- MAGRUDER, K.V. (2006) «Global visions and the establishment of theories of the earth». *Centaurus*, 48(4), 234-257.
- MAGRUDER, K.V. (2009) «The idiom of a six day creation and global depictions in Theories of the Earth». En: M. Kölbl-Ebert (ed.) *Geology and religion: a history of harmony and hostility*. Geological Society of London, Sp. Publ. N° 310, 49-66.

- MAGRUDER, K.V. y TAYLOR, K.L. (2004) «Theories of the Earth». En: J. Dewald (ed.) *Europe 1450 to 1789: Encyclopedia of the early modern world*, vol. 2. Nueva York, Scribner, 222-226.
- MCINTYRE, D.B. (1997) «James Hutton's Edinburgh: The historical, social, and political background». *Earth Science History*, 16(2), 100-157.
- MCINTYRE, D.B. (1999) «James Hutton's Edinburgh: a précis». En: G.Y. Craig y J.H. Hull (eds.) *James Hutton-Present and future*. Geological Society, Londres, Sp. Publ., 150, 1-12.
- MCINTYRE, D.B. (2004) «El Edimburgo de James Hutton (1726-1797)». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2), 117-125 [versión española abreviada de McIntyre, 1997].
- MENTELLE, E., MALTE-BRUN, C. y HERBIN DE HALLE, P.E. (eds.) (1803) *Géographie mathématique, physique et politique*. París, H. Tardieu, tomo I, 556 pp. [Bibliothèque National de France, París].
- MURRAY, A. (1992) «Nature and man in the Middle Ages». En: J. Torrance (ed.) *The concept of nature*. Oxford-Nueva York, Clarendon-Oxford University Press, 25-62.
- NICOLSON, M.H. (1959) *Mountain gloom and mountain glory: The development of the aesthetics of the infinite*. Ithaca (NY), Cornell University Press, 1997, XIX+403 pp.
- Ogilvie, B.W. (2006) *Science of describing. Natural History in Renaissance Europe*. Chicago-Londres, Chicago University Press, XVI+431 pp.
- OLDROYD, D.R. (1979a) «Historicism and the rise of historical geology. I». *History of Science*, 17(3), 191-213.
- OLDROYD, D.R. (1979b) «Historicism and the rise of historical geology. II». *History of Science*, 17(4), 227-257.
- OLDROYD, D.R. (1994) «James Hutton: The founder of modern geology?» *British Journal of History of Science*, 27(2), 213-219.
- OLDROYD, D.R. (1996) *Thinking about the Earth: A history of ideas in Geology*. Londres, Athlon, XXX+410 pp.
- OLDROYD, D.R. (2004) «La «Teoría de la Tierra» de James Hutton (1788)». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(2), 114-116.
- OSPOVAT, A. (1971) «Introduction». En: A.G. Werner (1786) *Short classification and description of the various rocks*. Nueva York, Hafner, I-XXXV [trad. inglesa y facsímile alemán 1971].
- OSPOVAT, A. (1976) «The distortion of Werner in Lyell's *Principles of Geology*». *British Journal for the History of Science*, 9(2), 190-198.
- PALISSY, B. (1580) *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines*. París, Martin le Jeune, 400 pp. [reedición del original francés en *Oeuvres complètes de Bernard Palissy*. París, A. Blanchard, 127-381 (1961 según ed. 1844); y *Les Oeuvres de Bernard Palissy*. Nueva York, Adamant Media (facsímile 2001 de la ed. 1880), 161-461].
- PATRIZI, F. (1562) «Il Lamberto (Dialogo Primo)». En: *Della retorica dieci dialoghi*. Lecce, Conte Ed., 1r-8r [impresión anastática 1994].
- PELAYO LÓPEZ, F. (1991) *Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX*. Madrid, Akal, 55 pp.
- PELAYO LÓPEZ, F. (1996a) *Del diluvio al megaterio. Los orígenes de la paleontología en España*. Madrid, CSIC, 310 pp.
- PELAYO LÓPEZ, F. (1996b) «Teorías de la Tierra y sistemas geológicos: un largo debate en la historia de la geología». *Asclepio*, 48(2), 21-52.

- PENN, G. (1828) *Conversations on Geology*. Londres, S. Maunder, xi+371 p. [British Library, Londres].
- PORTER, R. (1976) «Charles Lyell and the principles of the history of geology». *British Journal for the History of Science*, 9(2), 91-103.
- PORTER, R. (1978) «Gentlemen and Geology: The emergence of a scientific career, 1660-1920». *The Historical Journal*, 21, 809-836.
- PORTER, R.S. (1979) «Creation and credence: The career of Theories of the Earth in Britain, 1660-1820». En: B. Barnes y S. Shapin (eds.) *Natural Order: Historical studies of scientific culture*. Beverly Hills (CA), Sage, 97-123.
- RAILSBACK, L.B. (1990) «Comments and reply on «Method of multiple working hypotheses: A chimera»». *Geology*, 18(9), 917-918.
- RAILSBACK, L.B. (2004) «T.C. Chamberlin's «Method of multiple working hypotheses»: An encapsulation for modern students». *Houston Geological Society Bulletin*, 47(2), 68-69.
- RAMATI, A. (2001) «The hidden truth of creation: Newton's method of fluxions». *British Journal for the History of Science*, 34(4), 417-438.
- RAMSAY, W. (1918) *The life and letters of Joseph Black, M.D.* Londres, Constable, xix+148 pp. [British Library, Londres].
- RAPPAPORT, R. (1997) *When geologists were historians, 1665-1750*. Ithaca (NY), Cornell University Press, x+308 pp.
- RAUP, D.C. (1995) «The method of multiple working hypotheses, by T.C. Chamberlin. Introduction». *Journal of Geology*, 103(3), 349-354.
- RAY, J. (1691) *The Wisdom of God manifested in the Works of the Creation*. Nueva York, Garland, 1979, 249 pp.
- RAY, J. (1693) *Three physico-theological discourses*. Nueva York, Arno [facsimile 1978 de la 3.<sup>a</sup> ed. 1713, xxxi+456 pp.].
- REPCHECK, J. (2003) *The man who found time. James Hutton and the discovery of the earth's antiquity*. Londres, Simon & Schuster, 247 pp.
- ROGER, J. (1973) «La Théorie de la Terre au XVII<sup>e</sup> siècle». *Revue d'Histoire des Sciences*. 26(1), 23-48 [reimpreso en C. Blankaert (ed.) (1995) *Pour une histoire des sciences à part entière*. París, Albin Michel, 129-154].
- ROGER, J. (1982) «The Cartesian model of its role in eighteenth-century "theory of the earth"». En: T.M. Lennon, J.M. Nicholas y J.W. Davis (eds.) *Problems of Cartesianism*. Kingston-Montreal, McGill-Queens University Press, 95-125.
- ROGER, J. (1983) «Histoire de mentalités: les questions d'un historien des sciences». *Revue de Synthèse*, 3<sup>e</sup> série, 111-112, 269-275.
- ROGER, J. (1989) *Buffon, un philosophe au Jardin du Roi*. París, A. Fayard, 645 pp.
- ROSENBERG, G.D. (ed.) (2009) *The revolution in geology from the Renaissance to the Enlightenment*. Geological Society of America, Memoir, 203, vii+283 pp.
- ROSSI, P. (1979) *The dark abyss of time. The history of the earth and the history of nations from Hooke to Vico*. Chicago, University of Chicago Press [trad. inglesa 1984, ed. 1987, xvi+338 pp.].
- RUDWICK, M.J.S. (1986) «The shape and meaning of earth history». En: D.C. Lindberg y R.L. Numbers (eds.) *God and nature: Historical essays on the encounter between Christianity and Science*. Berkeley (CA), University of California Press, 296-321.
- RUDWICK, M.J.S. (1990) «Introduction». En: C. Lyell (1830) *Principles of Geology*, vol. I. Chicago, Chicago University Press (facsimile 1990), vii-lviii [versión modificada de «The strategy of Lyell's *Principles of Geology*». *Isis*, 61(1)1970, 4-33].

- RUDWICK, M.J.S. (1997) «Smith, Cuvier et Brongniart et la reconstitution de la géohistoire». En: G. Gohau (ed.) *De la géologie à son histoire*. París, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 119-128.
- RUDWICK, M.J.S. (2001) «Jean-André de Luc and nature's chronology». En: C.L.E. Lewis y S.J. Knell (eds.) *The age of the earth: from 4004 B.C. to A.D.* 2002. Geological Society of London, Special Paper, N° 190, 51-60.
- RUDWICK, M.J.S. (2005) *Bursting the limits of time. The reconstruction of geohistory in the age of revolution*. Chicago-Londres, University of Chicago Press, xxiv+708 pp.
- SANCHA, A. DE (ed.) (1780) «Prólogo del Editor». En: P. Mela (c. 40 d.C.) *Compendio Geographico*. Madrid, Antonio de Sancha Editor, ix-xxix [trad. castellana 1644; 2ª impresión 1780; Biblioteca Nacional, Madrid].
- SENGÖR, A.M.C. (2001) *Is the present the key to the past or the past the key to the present? James Hutton and Adam Smith versus Abraham Gottlob Werner and Karl Marx in interpreting history*. Geological Society of America, Special Papers No. 355, 51 pp.
- SENGÖR, A.M.C. (2002) «On Sir Charles Lyell's alleged distortion of Abraham Gottlob Werner in *Principles of Geology* and its implications for the nature of the scientific enterprise». *Journal of Geology*, 110(3), 355-368.
- SENGÖR, A.M.C. (2003) *The large wavelength deformations of the lithosphere: materials for a history of the evolution of thought from the earliest times to plate tectonics*. Boulder (CO), Geological Society of America, Memoir 196, xvii+347 pp.
- SEQUEIROS, L. (2003) «Las raíces de la geología. Nicolás Steno, los estratos y el diluvio universal». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(3), 217-242.
- SEQUEIROS, L. y PELAYO, F. (2011) *Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio Universal. Un encuentro entre ciencia y religión en el siglo XVII*. Madrid, Universidad Pontificia de Comillas, 170 pp.
- SISSINGH, W. (2012) *Rocky roads from Firenze. History of geological time and change 1650-1900*. Utrecht, Utrecht Studies in Earth Sciences, 20, 711 pp.
- TAYLOR, K.L. (1974) «Natural law in Eighteenth-Century Geology: The case of Louis Bourguet». *XIII<sup>th</sup> International Congress of the History of Science, Proceedings, VIII*, 72-80 [reproducido en Taylor (2008), cap. vi].
- TAYLOR, K.L. (1988) «Les lois naturelles dans la géologie du XVIII<sup>ème</sup> siècle: Recherches préliminaires». *Travaux du Comité Français d'Histoire de la Géologie*, 3<sup>ème</sup> série, 2(1), 1-28. Trad. inglesa *Reflections on natural laws in eighteenth-century geology* [TAYLOR, 2008, cap. vii].
- TAYLOR, K.L. (1992) «The historical rehabilitation of theories of the earth». *The Compass of Sigma Gamma Epsilon*, 69(4), 334-345 [reproducido en Taylor (2008), cap. viii].
- TAYLOR, K.L. (2002) «Two ways of imagining the earth at the close of the 18th century: descriptive and theoretical traditions in early geology». En: H. Albrecht y R. Ladwig (eds.) *Abraham Gottlob Werner und die Begründung der Geowissenschaften*. Friburgo, Technische Universität Bergakademie. *Freiberger Forschungshefte*, vol. D-207, 369-378 [2.ª ed. 2003].
- TAYLOR, K.L. (2008) *The earth sciences in the Enlightenment: Studies on the early development of geology*. Aldershot-Burlington (VT), Ashgate, 332 pp.
- TELESIO, B. (1570) *La naturaleza según sus propios principios*. Madrid, Tecnos, cxxxii+353 pp. [Libros primero y segundo nuevamente editados, Nápoles, 1570; trad. castellana 2013].
- TOULMIN, S. y GOODFIELD, J. (1965) *The discovery of time*. Chicago, Chicago University Press, 280 pp. [existe trad. castellana en Barcelona, Paidós Ibérica, 1968].

- TURNBULL, H.W. (1960) *The correspondence of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, vol. 2 (1676-1687), 552 pp.
- VACCARI E. y MORELLO, N. (1998) «Mining and knowledge of the Earth». En: G.A. Good (ed.) *Sciences of the Earth: An Encyclopedia of Events, People, and Phenomena*, vol. II. Nueva York, Garland, 589-592.
- VERMIJ, R. (1998) «Subterranean fire. Changing Theories of the Earth during the Renaissance». *Early Science and Medicine*, 3(4), 323-347.
- VIRGILI, C. (2003) *Lyell. El fin de los mitos geológicos*. Tres Cantos (Madrid), Nívola, 318 pp.
- VIRGILIO (29 a.C.) *Geórgicas*. Madrid, Cátedra [trad. castellana 1994; ed. bilingüe, 287 pp.].
- WALSH, W.H. (1961) *Introducción a la filosofía de la historia*. México, Siglo XXI [trad. castellana 1968, VIII+256 pp.].
- WERNER, A.G. (1774) *Von der äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*. Liepzig, Siegfried Lebrecht Crusius, 302 pp. [reedición del original en Ámsterdam, Asher, 1965 y trad. inglesa *On the external characters of minerals*. Urbana (IL), University of Illinois Press, 1962, XXXI+118 pp.].
- WESTFALL, R.S. (1992) «The scientific revolution of the seventeenth century: the construction of a new world view». En: J. Torrance (ed.) *The concept of nature*. Oxford-Nueva York, Clarendon-Oxford University Press, 63-93.
- WHEWELL, W. (1837) *The history of the inductive sciences*. Cambridge, J.W. Parker, vol. III, XII+624 pp. [reedición en F. Cass, Londres, 1967].
- WHEWELL, W. (1840) *The philosophy of the inductive sciences*. Cambridge, J.W. Parker, vol. I, CXX+523 pp. [reedición en F. Cass, Londres, 1967].
- WHITE, A.D. (1897) *A history of the warfare of science with theology in Christendom*. Nueva York, D. Appleton, 2 vols., XXIII+415/XIII+474 pp. [facsimile en Nueva York, Dover, 1960; reedición New Brunswick (NJ), Transaction Publ., 2012].
- WILKINS, J. (1675) *Of the principles and duties of Natural Religion*. Nueva York, Johnson Reprint, 1969, XXXVII+410 pp.
- WILLIAMS, R.S., Jr. (2000) «Modern earth narrative: natural and human history of the earth». En: R. Frodeman (ed.) *Earth matters: the earth sciences, philosophy, and the claims of community*. Londres, Prentice Hall, 35-50.
- WILLS, R.G. (1935) «The contribution of medical men to the foundation of geology». *Proceedings of the Liverpool Geological Society*, 16(4), 201-204.
- WILSON, A.N. (1999) *God's funeral: The decline of faith in western civilization*. Nueva York, W.W. Norton, XI+402 pp.
- WOODWARD, J. (1695) *An essay towards a natural history of the earth*. Nueva York, Arno, 1978, 277 pp.
- ZIRNSTEIN, G. (1977) «James Hutton und sein Wirken als Geologe». *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 5(3), 349-360.