

# JAMES HUTTON (1726-1797) Y EL MITO DEL ETERNO RETORNO: INTERPRETACIÓN DE LA TIERRA EN EL SIGLO XVIII

CÁNDIDO MANUEL GARCÍA CRUZ  
INHIGEO

## **Resumen**

Las ideas geológicas de James Hutton (1726-1797), tal y como las expresó en su *Teoría de la Tierra* (1788, 1795), proporcionaron una comprensión racional de los procesos geológicos y sus relaciones causales a través de un modelo mecanicista basado en el sistema newtoniano. Sin embargo, sobre la base de sus raíces aristotélicas y sin relación alguna con el organicismo, es posible establecer una relación cultural entre la filosofía huttoniana y la antigua tradición del Mito del Eterno Retorno, permitiendo de esta forma una explicación coherente de la repetición de los arquetipos, caos–desorden y cosmos–orden, sin connotación moral alguna, mediante fenómenos naturales de destrucción–reconstrucción de los materiales terrestres en forma de ciclos interminables, con cambios regulares y uniformes, y donde la fuerza motriz es el calor interno de la Tierra. Estas ideas, además, condujeron a Hutton a suponer un período de tiempo ilimitado para la edad del planeta.

## **Abstract**

James Hutton's (1726-1797) geological ideas, as expressed in his *Theory of the Earth* (1788, 1795), provided a rational understanding of geological processes and their causal relationships, using a mechanistic model based upon Newton's system. On the basis of his Aristotelian roots, however, and unrelated to organicism, it is possible to establish a cultural relationship between Huttonian philosophy and the ancient tradition of the Myth of Eternal Return, allowing thus a consistent explanation of recurrence of the archetypes, chaos–disorder and cosmos–order, with no moral connotation, through natural phenomena of destruction–reconstruction of the terrestrial materials in the shape of endless cycles, with both regular and uniform changes, and wherein the responsible power is the internal heat of Earth. These ideas also led Hutton to assume an unlimited time period for the age of the planet.

*Palabras clave:* Geología, Siglo XVIII, Mito del Eterno Retorno, *Teoría de la Tierra*, James Hutton.

*Keywords:* Geology, 18th Century, Myth of the Eternal Return, *Theory of the Earth*, James Hutton.

*Recibido el 3 de marzo de 2013 – Aceptado el 15 de abril de 2013*

Pasa una generación y viene otra, pero la tierra es siempre la misma... Lo que fue, eso será. Lo que se hizo, eso es lo que se hará; no hay nada nuevo bajo el sol.

*ECLESIASTÉS*, 1: 4, 9

## INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XVIII, James Hutton (1726-1797), considerado por muchos autores como el *fundador* de la geología moderna, desarrolló una *Teoría de la Tierra* a través de la cual proporcionó una visión más racional de los procesos geológicos. Esta obra ha sido definida como «el primer tratado comprensivo que puede ser considerado con toda propiedad como una síntesis geológica más que un ejercicio de la imaginación» [GILLIESPIE, 1951, p. 41], y su autor como el *Newton de la geología*<sup>1</sup>. A lo largo de más de una década, este pensador y naturalista escocés utilizó diferentes recursos para elaborarla. En sus primeras versiones [HUTTON, 1785, 1788] es manifiestamente teórico, teleológico y deísta, con un notable apoyo práctico basado de una manera especial en los últimos avances de la química de la época que en gran medida condicionó a su vez el desarrollo de la geología y particularmente de la mineralogía<sup>2</sup>. Más tarde, Hutton se expresa también en su obra definitiva [HUTTON, 1795] como un científico más observacional y empirista, acorde con otra de sus obras sobre los principios que rigen el conocimiento aparecida un año antes [HUTTON, 1794], una de las piedras angulares imprescindibles para una comprensión más precisa de su teoría geológica, en la que sostenía que todo el saber debía partir siempre de la experiencia<sup>3,4</sup>.

En un contexto sociocultural sometido a la Física Sagrada donde predominaba el fijismo, y los milagros, los cataclismos y las catástrofes de origen divino habían convertido a la Tierra en la *arena* de Dios, en la que tan solo el diluvio bíblico había modificado ligeramente la fisiografía de un planeta con apenas seis mil años de antigüedad<sup>5</sup>, Hutton elabora una teoría en la que aún diversas ideas, si bien no originales, que desafiaban a la propia Teología Natural y a la filosofía geológica de la época, e hicieron de ella una de las piezas claves en el desarrollo posterior de las Ciencias de la Tierra.

Entre estas ideas destaca, por un lado, la idea de *cambio*: para Hutton el planeta se encontraba bajo la influencia de numerosos procesos debidos a fuerzas que interactuaban, y esto se traducía en una actividad transformadora permanente. El calor subterráneo, argumentado por el Plutonismo del que el autor escocés es su máximo exponente, era el agente causal de dichos procesos, con lo que también se enfrentaba a los neptunistas que defendían un origen acuoso para todos los materiales terrestres. Estos cambios consistían básicamente en el intercambio de los dominios continental y oceánico, a través de la erosión que desgastaba la superficie terrestre, el depósito posterior de estos materiales en el fondo del mar, su transformación y elevación por

efecto del calor, y la construcción de nuevas masas continentales, con lo cual se cerraba uno de los infinitos *ciclos de la materia* que bajo la denominación genérica de *ciclo geológico* conformaban la *historia* o *evolución cíclica*<sup>6</sup> de la Tierra como máquina sistémica, una de las claves fundamentales de la teoría huttoniana.

Otra de las ideas esenciales es la aplicación a la geología de las *causas actuales* y *naturales* (actualismo) así como del *principio de uniformidad* (uniformitarismo) de forma sistemática: Hutton se alejó de los modelos cosmogónicos predominantes, en los que la Biblia era el documento de referencia más importante, más incluso que el *Libro de la Naturaleza*, para promulgar una *teoría de la creación*. El mecanismo huttoniano consistía, partiendo del estado actual, en supeditar la decadencia de una parte de la Tierra a la restauración de otra a través de procesos naturales regidos por leyes naturales que estaban afectados entre sí por una relación causal regular y uniforme, lo que se traducía en la percepción de un cierto *estado de equilibrio*. En otras palabras, y parafraseando a Immanuel Kant (1724-1804), la Tierra cambiante de Hutton no era capaz de mantenerse por sí misma en ausencia de milagros, por lo que no poseía la marca de la permanencia que era el signo de la elección de Dios [KANT, 1755, p. 108].

La búsqueda de analogías a través de las causas actuales y del principio de uniformidad, y, sin duda, también del catastrofismo, hunde sus raíces en las más antiguas tradiciones de la humanidad, probablemente desde que el hombre comenzó a reflexionar sobre el mundo que le rodea; quizás incluso no habría que indagar demasiado en sus orígenes si tenemos en cuenta que podría ser inherente a la racionalidad humana: en *Ciencia nueva*, obra fundamental y de gran proyección intelectual, del abogado y filósofo de la historia italiano Giambattista Vico (1668-1744), y uno de los padres de la historiografía moderna, podemos leer: «Otra propiedad de la mente humana es que cuando los hombres no pueden hacerse idea de las cosas lejanas y no conocidas, las consideran según las cosas que les son conocidas y presentes» [VICO, 1744, Libro 1, II.ii.122].

En relación con esta aportación de Hutton a la geología, se llegó incluso a afirmar que «...la investigación del Presente se convirtió en la clave para la interpretación del Pasado. El establecimiento de esta gran verdad fue el primer paso hacia la inauguración de una verdadera Ciencia de la Tierra. La doctrina de la uniformidad de la causalidad en la naturaleza llegó a ser el provechoso principio sobre el que se pudo construir la estructura de la geología moderna» [GEIKIE, 1892, p. 171]. Esta concepción ha sido sobrevalorada durante más de doscientos años; incluso el actualismo-uniformitarismo fue considerado más una *ley natural* que lo que realmente es: un *principio metodológico* que precede a la observación de los hechos y permite un análisis de su causación; pero fue aplicado indiscriminadamente de forma intuitiva, más que racional, a lo largo de la historia del pensamiento, lo que lo ha convertido en un importante obstáculo epistemológico para el desarrollo de la ciencia geológica<sup>7</sup>.

Aunque los orígenes de este principio se remontan a la antigüedad [GARCÍA CRUZ, 1998], la visión uniformitarista en Hutton con un mundo regido por acciones continuas también se ha supuesto influenciada por los trabajos sobre la *fluxión* de Colin Maclaurin (1698-1746), profesor de matemáticas en la universidad de Edimburgo, puesto que «este sistema sensibiliza al espíritu en la progresión continua del movimiento en un período de tiempo también pequeño» [ELLENBERGER, 1973, p. 502]. Sin embargo, no existe referencia alguna al respecto ni intento de matematización en la teoría huttoniana, aunque sí aparecen algunos comentarios en este sentido en algunas obras de John Playfair (1748-1819), profesor de matemáticas y filosofía natural en la universidad de Edimburgo, amigo e intérprete de Hutton, concretamente en las *Illustrations* [PLAYFAIR, 1802, III.115, p. 117], así como en su *Dissertation* [PLAYFAIR, 1822, p. 302] sobre las ciencias matemáticas y físicas, en la aplicación del cálculo infinitesimal en la explicación de las causas y efectos en un corto espacio de tiempo. Esta misma idea de *uniformidad*, que implicaría una ausencia de percepción de movimiento dada su lentitud, la encontramos en ese mismo entorno cultural de Hutton, por ejemplo John Locke (1632-1704) en su *Ensayo sobre el entendimiento humano* [LOCKE, 1690, II.XIV.6-7], y, en relación con los *ciclos*, la había expresado también de una forma muy clara su amigo, el filósofo escocés David Hume (1711-1776), en el *Tratado de la naturaleza humana* [HUME, 1739, I.III.6], así como en su *Investigación sobre el entendimiento humano* [HUME, 1748, IV.2.19], y que, sin duda, forman parte de los referentes no explícitos más relevantes del pensamiento huttoniano.

Por último, la noción de un *tiempo inconmensurable y cíclico*: a diferencia de los físicos sagrados que defendían un mundo creado por Dios, con un principio y un fin muy distintos, un globo abocado permanentemente a la ruina y a su definitiva destrucción catastrófica con la consumación de los tiempos, Hutton pensaba que nuestro planeta se extendía desde un pasado extremadamente lejano hasta un futuro sin fin, en ambos casos sin límites precisos ni perceptibles. El razonamiento que condujo a Hutton al descubrimiento de lo que se ha dado en llamar *tiempo profundo*<sup>8</sup> fue en realidad un corolario de los planteamientos que había realizado sobre el carácter cíclico de los procesos naturales. Es por eso que el concepto de inmensidad del tiempo en Hutton es inherente a la idea de ciclo. Probablemente esta relación ciclo-retorno posea un arraigo irreflexivo en la cultura actual, pero sin duda es aquí donde reside precisamente el origen de la noción de ciclo como concepto etnológico, antropológico y natural, aplicado en numerosas ocasiones y en muy diversas disciplinas [JAKI, 1974; GARCÍA CRUZ, 2001b; OLDROYD, 2006, cap. 2], y de la que Hutton fue sencillamente un heredero más. Así, su *Teoría* estaba vinculada a una superficie terrestre en apariencia estable, pero sometida a cambios cíclicos y permanentes, que convertían al conjunto en un mundo en equilibrio y adecuado para la vida. Esta idea intuitiva e implícita en su *teoría* de una Tierra en *estado de equilibrio* [HUTTON, 1788, pp. 302-303], que tiene como consecuencia teleológica el hecho de ser un *planeta habitable*, en especial para el ser humano, constituye una

pieza fundamental en la filosofía huttoniana en relación con un mundo que se debatía entre la *destrucción* y la *renovación*; de hecho, se ha considerado que la naturaleza estructuralmente dinámica de la Tierra fue la mayor contribución de Hutton a la geología, más importante incluso que la visión cíclica de su filosofía [DOTT, 1969, pp. 132 y 140].

Sin duda alguna, la mejor expresión sobre la naturaleza del tiempo en la teoría huttoniana y su trascendencia en los cambios geológicos, se la debemos a John Playfair en la descripción que hizo de su visita a Siccar Point a principios de junio de 1788, junto a Sir James Hall y el propio Hutton:

Nos sentimos nosotros mismos transportados necesariamente al momento en el que el esquisto sobre el que estábamos se encontraba aún en el fondo del mar, y cuando la arenisca que estaba delante de nosotros sólo comenzaba a depositarse, en forma de arena o lodo, a partir de las aguas de un océano que se extendía sobre ella. Una época todavía más remota se presentaba por sí misma cuando hasta las rocas más antiguas, en lugar de disponerse en estratos verticales, yacían horizontales en el fondo del mar, y no estaban aún alteradas por esa fuerza inconmensurable que fracturó la superficie sólida del globo. Revoluciones aún más remotas surgían en la lejanía de esta extraordinaria perspectiva. La mente parecía cada vez más aturdida al contemplar en retrospectiva el abismo del tiempo [PLAYFAIR, 1805/1822, pp. 72-73/pp. 80-81].

## LA METODOLOGÍA EN JAMES HUTTON

La *Teoría de la Tierra* de James Hutton no fue consecuencia de una *revelación divina camino de Edimburgo*: prácticamente todas las ideas que configuran la obra, desde los ciclos de la materia y el tiempo, pasando por el actualismo y el gradualismo, hasta la inmensidad del tiempo, la causalidad, y los procesos de denudación, así como la sabiduría y bondad de la naturaleza, forman parte de la tradición más antigua, sus vínculos intelectuales se remontan más allá de la cultura helénica, e ineludiblemente fluctuaban con diferentes matices en el pensamiento científico de la época<sup>9</sup>.

En una primera aproximación, es posible considerar a Hutton meramente como un mecanicista newtoniano teniendo en cuenta que el funcionamiento de su Tierra está sujeto a leyes o principios químicos y mecánicos [HUTTON, 1788, pp. 215, 223]<sup>10</sup>. Sin lugar a dudas, una parte importante de la metodología que utilizó es un legado de diversas normas que Sir Isaac Newton (1642-1727) había fijado en dos de sus obras: en la *Óptica*, en relación con el objetivo básico de la filosofía natural, sobre las causas y los efectos, el curso cambiante de la naturaleza, y la uniformidad [NEWTON, 1730, Libro III, Parte I, *Cuest.* 28, p. 319, *Cuest.* 30, p. 324, y *Cuest.* 31, p. 347-349]<sup>11</sup>, y también en *Sobre el sistema del mundo* [NEWTON, 1728, Libro III, Reglas I-III]; pero Hutton se basó además en otras ideas que se encuentran dispersas en el citado *Ensayo* de Locke. Toda esta base metodológica le pudo llegar por el estudio de las fuentes

originales bajo la influencia de Maclaurin, a través de la explicación de la filosofía newtoniana que había realizado este matemático y que se publicó póstumamente [MACLAURIN, 1748]<sup>12</sup>. Como analizaremos más adelante, sus ideas geológicas, junto al mecanicismo newtoniano, están fuertemente enraizadas en una parte de la visión aristotélica del universo, que en sus aspectos teleológicos Newton también es su legatario [KUBRIN, 1967, 1968], así como en diversos conceptos alquímico-químicos bajo la influencia una vez más de Newton<sup>13</sup>, y que constituían sus intereses científicos más primarios.

Así, pues, Hutton es, sobre todo, un pensador ecléctico, que fue adoptando distintas doctrinas que le permitían una mejor explicación de todo lo acontecido desde el punto de vista geológico en la *historia* de la Tierra. El término *historia*, aplicado en este caso a la naturaleza (φύσης ιστορία), tuvo en su origen y durante siglos un significado exclusivamente *descriptivo* en tanto que investigación o estudio sistemático de los objetos naturales (animales, plantas, minerales), y de los fenómenos y procesos (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 éste es precisamente el marco donde se encuadra en principio la historia huttoniana, más descriptiva que secuencial, es decir, una historia que comprendía la *identificación* de los objetos y fenómenos naturales y su *clasificación* basada en su *descripción* y *distinción* entre ellos, así como en la *observación* sobre todo de sus afinidades, sin perder de vista la relación entre ellos, cómo se enlazan entre sí. Pero la explicación huttoniana fue, además, *nomotética* (de ahí el término *teoría* que empleó su autor), basada en el estudio del mundo natural a través de procesos causales, invariables, sujetos a leyes lógicas. Y en un cierto sentido *histórico*, fue también *idiográfica* al considerar el presente como un *documento* del pasado, y éste a su vez para discernir sobre el futuro, haciendo uso de los fósiles como *monumentos* en referencia a *archivos* para la reconstrucción de los hechos<sup>14</sup>. No obstante, aunque Hutton llega a plantear la existencia de los «anales de una tierra que existió antes que la nuestra» [HUTTON, 1788, p. 288; 1795, vol. I, p. 169], así como de una *sucesión* de mundos y de épocas [HUTTON, 1788, pp. 291, 304; 1795, vol. I, pp. 177, 200], con un significado más de *repetición* que de *secuencia*, esta explicación dependía de una dinámica *cíclica* donde no había lugar para las contingencias, y en consecuencia su *historia* era, paradójicamente, *ahistórica*<sup>15</sup>.

La filosofía geológica de Hutton, en especial todo lo que tiene que ver con los ciclos de la materia y del tiempo, bajo una perspectiva ya señalada hace algunos años [GARCÍA CRUZ, 2001b, p. 222], es posible enmarcarla dentro del *Mito del Eterno Retorno*. Para comprender en toda su dimensión la concreción de este mito en el campo de la geología es imprescindible abordar la naturaleza del eterno retorno y su relación con las ideas de Hutton sobre la dinámica terrestre, y que serán tratadas en los párrafos que siguen.

## **SOBRE LOS CICLOS DEL TIEMPO Y DE LA MATERIA EN LA *TEORÍA DE LA TIERRA* (1788/1795)**

Las ideas más relevantes sobre los ciclos del tiempo y de la materia que se encuentran en la *Teoría de la Tierra* (1788/1795) se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. La naturaleza no se encuentra en estado quiescente: la materia está en permanente cambio, lo que se verifica a través de una serie continua o repetida de perturbaciones y acontecimientos. Dicho en pocas palabras: la Tierra es un sistema dinámico [1788, pp. 209-210; 1795, pp. 4-5].

2. Los aspectos geomorfológicos están relacionados con los ciclos de la materia y la inmensidad del tiempo, que considera en sí mismo ilimitado en una sucesión interminable [p. 215 / p. 14].

3. A través de los fósiles marinos se deduce una antigüedad extremadamente remota para la Tierra, pero este período de tiempo no se puede establecer con precisión [p. 217 / p. 19].

4. El estudio del presente permite razonar sobre el pasado y deducir sobre el futuro [p. 217 / p. 19].

5. El curso de la naturaleza debe continuar en una sucesión interminable, y no puede estar limitado por el tiempo [p. 217 / p. 19].

6. Analizando a través de las *apariencias* las operaciones regulares que han afectado al globo se llegará a un período donde no es posible precisar cronología alguna, lo que se puede interpretar una vez más como un adelanto de su idea de *tiempo indefinido* [p. 218 / pp. 19-20].

7. Examinando la construcción de la Tierra actual para comprender las operaciones que han actuado en el pasado, se podrán también extraer conclusiones sobre el futuro, y se valorarán aquellas operaciones que provocan la descomposición de la Tierra y los medios para su renovación a partir de los desechos [pp. 217-218 / p. 20].

8. También habría que estudiar las operaciones actuales del globo para ver si existen en el presente otras parecidas tal y como parecen ser necesarias para la formación de los estratos: todos los estratos idénticos se han originado de la misma forma, como sería el caso de todos los mármoles y las calizas que se han formado por acumulación en el fondo marino de restos de conchas calcáreas de animales [pp. 219-220 / pp. 21-24].

9. La conclusión última a la que llega Hutton, tras su comparación con las revoluciones dentro del sistema solar [p. 304 / p. 200] está clara en su idea de la inmensidad del tiempo cíclico: «El resultado de nuestra presente investigación es que no encontramos vestigio de un principio, ni perspectiva de un final» [p. 304 / p. 200].

Antes de entrar de lleno en el mito del eterno retorno, vamos a analizar la relación que puede existir entre las ideas cíclicas huttonianas y el organicismo y la teleología aristotélica.

### Presupuestos organicistas

Algunos autores [TOMKEIEFF, 1948; ELLENBERGER, 1972b, 1973] han interpretado esta concepción cíclica de la naturaleza en relación con una supuesta idea organicista de Hutton *deducida* a partir de su formación médica y de su *Dissertation Physico-Medica* sobre la circulación sanguínea [HUTTON, 1749; DONOVAN y PRENTISS, 1980]. A esta *deducción* había contribuido el geólogo escocés Donald B. McIntyre (1923-2009), quien, a pesar de ser un estudioso de Hutton, malinterpretó a este naturalista y le atribuyó ideas como las de *superorganismo* y *geofisiología* [MCINTYRE, 1963, pp. 17 y 21] que han calado profundamente en el pensamiento geológico moderno, errores que han sido copiados, repetidos y transmitidos por numerosos autores desde campos tan diversos como la geología, la filosofía y la historia de la ciencia, y la ecología<sup>16</sup>.

Sin embargo, existen evidencias que alejan a James Hutton del pretendido organicismo, puesto que, como veremos, aunque en parte adoptó la nomenclatura propia de la medicina de la época, nunca manifestó interés alguno por las relaciones esotéricas entre el universo y el cuerpo humano [NORWICK, 2006, vol. I, p. 322], y menos aún aplicadas a la geología.

En primer lugar, no sólo hay más de un *abismo intelectual* entre su tesis médica y su teoría geológica [PORTER, 1981, p. 444], sino que, en realidad y como ya se ha puesto en evidencia, Hutton *nunca* utilizó los términos que le atribuyó McIntyre [GARCÍA CRUZ, 2007]. Ya en su citada tesis doctoral, su pensamiento mecanicista quedaba explícito cuando se pregunta si un animal puede ser considerado como una *máquina electrificante* [HUTTON, 1749, XLIII, p. 19; DONOVAN y PRENTISS, 1980, p. 38].

Aun así, en su teoría *compara* ocasionalmente su planeta-máquina con un *cuerpo organizado* [HUTTON, 1788, pp. 209-216.], y esto lo hace para poder disponer de una *función reproductora* que permita reparar todo lo que se destruye, y «conseguir así una máquina [*¡insiste Hutton!*] duradera o estable», analogía que volvería a retomar en la versión definitiva: «esta Tierra, como el cuerpo de un animal, es consumida al mismo tiempo que se repara» [HUTTON, 1795, vol. I, p. 562.]. Esta idea, además de ser muy antigua, nos aproxima al círculo intelectual con el que Hutton se relacionaba en Edimburgo [HUME, 1779, parte VI, p. 86] así como a la propuesta del *mecanicismo orgánico* que desarrollaría Alfred N. Whitehead (1861-1947) en las primeras décadas del siglo XX [WHITEHEAD, 1925, caps. V y VI, pp. 102 y 134; 1929]. Pero este discurso pretendidamente organicista *nunca* fue fundamental en la filosofía huttoniana, porque de haberlo sido, lo habría recogido sin duda su intérprete oficial, John Playfair, en las ya citadas *Illustrations*. Sin embargo, en esta última obra en ningún momento se hace referencia a la Tierra como cuerpo organizado, y mucho menos como un superorganismo. Sólo brevemente, y volviendo a la analogía, se *compara* el equilibrio en que se encuentran las fuerzas que tienden a conservar la superficie te-

rrestre y las destructivas, *como si fueran*, respectivamente, las fuerzas de la *vida* y de la *muerte* [PLAYFAIR, 1802, III.114, p. 116].

En relación con la otra idea que McIntyre atribuye a Hutton, a saber, que la ciencia más apropiada para el estudio de la Tierra era la *fisiología* (de donde ha surgido el desafortunado término *geofisiología*), tampoco el naturalista escocés se expresó en este sentido. Es más, en su *teoría* siempre habla de *filosofía natural* [HUTTON, 1785, pp. 4, 22], o de *historia natural* [HUTTON, 1788, pp. 214, 217, 219, 221, 230, 264, 277, 288-290, 304]. Pero incluso, en diferentes partes de la versión definitiva [HUTTON, 1795, vol. I, pp. 286, 340, 409, 573], cuando utiliza el término *fisiología*, siempre lo hace en su primera acepción, de acuerdo con su etimología (del griego, φύσις, *naturalidad*<sup>17</sup>, y λογος, *ciencia*), en referencia indiscutible a *filosofía* o *ciencia natural*, obviado por McIntyre. Este es precisamente el significado con el que fue utilizado por diversos autores anteriores, por ejemplo, casi un siglo antes por William Gilbert (1544-1603), en *De magnete* [GILBERT, 1600, Preface, p. I], y también por Thomas Burnet (1635-1715) en *Telluris Theoria Sacra* [BURNET, 1681, vol. I, Praefatio ad Lectorem, párrafo 1; 1684-1890, vol. I, Preface to Reader, párrafo 1]. Así, pues, Hutton nunca emplea dicho término en el sentido de la ‘ciencia que trata del funcionamiento de los cuerpos orgánicos’, según la había definido con anterioridad el médico y químico escocés William Cullen (1710-1790), es decir, como «la doctrina que explica las condiciones del cuerpo y de la mente necesarias para la vida y la salud... o la doctrina de la economía animal» [CULLEN, 1772, IV], que, de hecho, tampoco recoge Playfair.

### Presupuestos teleológicos

Dentro de la filosofía griega, Aristóteles (384-322 a.C.) es, sin duda, el exponente fundamental de una visión organicista del mundo y del método hipotético–deductivo, en oposición al atomismo–mecanicismo de la escuela de Demócrito (ca. 460-370 a.C.). Sin embargo, Hutton, como seguidor de Aristóteles, parece *obviar* el organicismo como tal, y sólo repara en los aspectos teleológicos, en el tiempo circular–cíclico, y en la observación meticulosa y paciente del método aristotélico, teniendo en cuenta especialmente lo provechoso que había sido en cuanto a la gran cantidad de datos empíricos que había suministrado a la ciencia antigua; recela, por tanto, de la excesiva teorización que había conducido en muchos casos a situaciones en las que no se podía dar una respuesta coherente a determinados problemas. Entraba, así, de lleno en la *causalidad* del mundo en todas y cada una de sus facetas, con lo que rechazaba la *casualidad*, y en consecuencia la idea de que los procesos naturales fuesen fruto del azar.

Entre las claves del universo teleológico aristotélico que recoge Hutton destacan los *procesos cíclicos* a través de los cuales se intenta comprender el mundo natural, y que representan antiguas tradiciones que se encuentran ya en la *teoría de las edades del mundo* de Hesíodo (c. s. VIII-VII a.C.) [*Trabajos y Días*, v. 106-201], y, especialmente, en la *teoría de los ciclos* de Heráclito (c. 535-475 a.C.) [KIRK, 1954, 100(34B)];

véanse también frs. 30-31(20-21+23B), 36(68B), 64-65(28, 24B), 90(22B)], que a su vez se remontan incluso hasta la cultura hindo-babilónica. Dichos procesos estaban condicionados por las *causas finales* y al mismo tiempo por un *crecimiento* y una *decadencia* orgánicos. Esto queda reflejado en ciertos planteamientos donde se abrigaba la idea de *cambio constante*, analogía basada en lo que Aristóteles consideraba un crecimiento natural, puesto que servía para explicar el movimiento dirigido hacia un fin concreto, a partir de ciertas dualidades del tipo *creación/destrucción* o *deca-dencia/regeneración*, en referencia a la materia. Frente a la idea del fijismo y del reposo, Hutton se adhiere al pensamiento aristotélico del cambio-movimiento como vía de *perfección* y *sistema*: «Seguramente, si existe sabiduría en el sistema de la naturaleza, debemos buscar una compensación entre las operaciones de destrucción y reparación del globo. Pero ¿por qué buscar esta compensación en el *reposo* o inmovilidad de las cosas? ...el reposo no existe por ningún lado... Es casi seguro que encontrar un sistema en la inutilidad del reposo, o situar la perfección en su vacuidad, es contrario a toda clase de filosofía, ya sea antigua o moderna, cuando todo lo que existe verdaderamente está en movimiento; cuando todo el conocimiento auténtico que tenemos se deriva del cambio; y cuando todo exceso en la naturaleza es compensado, no por el reposo, sino por la alteración» [HUTTON, 1795, vol. II, p. 222].

El Estagirita subraya, por otro lado, las ideas platónicas sobre la imagen circular del tiempo [*Timeo*, 37c-39e]: en su *Física* [Libro IV, 14, 223a] podemos advertir que todo cambio, al igual que el movimiento, existía en el tiempo, y en este marco temporal, entre todas las clases de movimiento, el *circular* y *uniforme* era la medida por excelencia [Libro IV, 14, 223b]. Para Aristóteles, «...decir que el acontecer de las cosas es un círculo es decir que hay un círculo en el tiempo, y esto es así porque el tiempo es medido por el movimiento circular» [Libro IV, 14, 223b-224a]. Asimismo, «...hay un círculo en todas las otras cosas que tienen un movimiento natural y están sujetas a generación y destrucción. Y esto se dice porque todas estas cosas son juzgadas por el tiempo, y porque tienen un fin y un comienzo como si fuera un ciclo, pues se piensa que el tiempo mismo es un círculo» [Libro IV, 14, 223b]. Una idea semejante la expresó también Aristóteles en *Los Meteorológicos* [Libro I, 9, 346b-347a] cuando contemplaba el ciclo de generación y descomposición que tiene lugar en la Tierra como imitación del movimiento circular del sol, siendo este movimiento circular su «causa motriz y principal y primera». Asimismo, los condicionantes teleológicos controlaban y dirigían los cambios naturales hacia un fin concreto. Se trata por tanto de una causalidad finalista sin la cual se hacía difícil llegar a una comprensión del universo. En la naturaleza, los cambios se producían con el objeto de suministrar una situación de bienestar, ético y estético, realidad que se habría de repetir indefinidamente y sucederse así mediante ciclos interminables, en un tiempo recurrente, en un eterno retorno.

Por si hubiera alguna duda sobre el carácter *no viviente* de la Tierra, recordemos que Aristóteles retoma también la idea del alma en los organismos vivos, en tanto que la vida animal tiene en el alma su principio, es decir, su causalidad en sentido

amplio [*Acerca del alma*, Libro I, 1]. Para el pensador griego, el alma era «el primer nivel de realidad [entelequia] de un cuerpo natural dotado potencialmente de vida», y consideraba a este último como «un cuerpo organizado» [*Ibid.*, Libro II, 1, 412a-412b]. Esto le permitía discernir sobre los elementos cósmicos y catalogarlos como vivos o inertes, situando entre estos últimos a la Tierra o mundo sublunar, en función de su carácter imperfecto y consecuentemente inclinado a la decadencia, como escenario de la generación y de la corrupción.

Finalmente, los ciclos de la materia de la teoría geológica también se han relacionado con algunas ideas alquimistas que se encuentran en la tesis de Hutton, en concreto, la circulación de la sangre dentro de la relación entre el microcosmos y el macrocosmos, que ya formaban parte del pensamiento de la época. Teniendo en cuenta la formación inicial en medicina del pensador escocés, estas ideas pueden haberse debido a la influencia del médico británico Robert Fludd (1574-1637), que bajo ciertos aspectos esotéricos había estudiado precisamente la circulación sanguínea y los ciclos de la materia dentro de la citada relación microcosmos-macrocosmos [FLUDD, vol. II (1619), Tract. I, Sect. I, Lib. VI-VII], e incluso había propuesto la construcción de una máquina de movimiento perpetuo [FLUDD, vol. I (1617), Tract. II, Pars VII, Lib. II, pp. 456-458]<sup>18</sup>; asimismo, esta influencia podría haber sido a través del también médico británico William Harvey (1578-1657), cuyos trabajos sobre la circulación de la sangre habían estado a su vez influidos por Fludd, y ambos autores consideraban el corazón como el *sol del microcosmos* [HARVEY, 1628, p. vii, y cap. 8, p. 47]. Sin embargo, ninguna de estas ideas anatómicas se encuentra en la teoría huttoniana.

## **SOBRE EL MITO DEL ETERNO RETORNO EN GEOLOGÍA**

Vamos a abordar en la última parte de este trabajo las claves que señalan hacia una conexión del mito del eterno retorno con los aspectos geológicos y los fundamentos filosóficos que se encuentran en la *Teoría de la Tierra* de James Hutton. Se trata de la *repetición o adaptación* de ciertos principios universales y de determinados arquetipos de un antiguo mito dentro de la modernidad científica de finales del siglo XVIII, tal y como señalaba el epistemólogo austriaco Paul Feyerabend (1924-1994) en la relación de la cosmología y cosmogonía modernas con antiguas teorías míticas [FEYERABEND, 2009, p. 186].

El término *mito*, y en particular, el del *eterno retorno*, lo entenderemos aquí en el sentido que le daba el filósofo e historiador rumano Mircea Eliade (1907-1986), es decir, como una realidad más allá de toda fantasía, como una ‘historia verdadera’ de inapreciable valor porque es, además, una ‘historia’ *significativa* [ELIADE, 1949, pp. 9-10]. Podemos interpretar la teoría huttoniana en el marco de este mito porque proporciona un modelo que permite la comprensión del funcionamiento de la Tierra en relación con las transformaciones geológicas, y, por lo tanto, le confiere *significación*. El hecho de que el eterno retorno de los procesos geológicos y las estructuras

terrestres constituye una 'historia' verdadera dentro de esta teoría, lo probaría la propia existencia de la Tierra como planeta, y *porque siempre ha sido así*.

Una de las conclusiones más relevantes del mito del eterno retorno a tener en cuenta es la abolición de los *límites* del *tiempo profano*, es decir, del *devenir*, mediante la repetición de representaciones modélicas de la realidad del mundo o *arquetipos*. Dicho de otro modo: la realidad que adquiere un acontecimiento mediante la repetición de arquetipos supone la aniquilación implícita no del tiempo profano en sí mismo, sino de su *duración*, y consecuentemente de su *historia*. Hutton lo expresa en estos términos: «El curso de la naturaleza no puede estar limitado por el tiempo, que debe continuar en una sucesión interminable» [HUTTON, 1788, p. 215]. Así, el tiempo profano, en principio, carece de significación, por lo que el mito tiende a anular la historia de forma periódica, aunque algunas veces la 'historia' puede ser interpretada precisamente a través del mito [ELIADE, 1949, pp. 40-43]. Sin embargo, lo que importa, lo que es necesario, no son las dimensiones de la historia, sino la *eterna repetición* del ritmo fundamental del universo que consiste en una destrucción y una recreación periódicas, *ad infinitum* [HUTTON, 1788, Cuarta Parte; 1795, vol. I, cap. I, sec. IV; vol. II, caps. 3-7].

La realidad de la Tierra como planeta está, pues, en función de la repetición de diversos arquetipos que se perciben con claridad en la teoría huttoniana en sus formas míticas de *caos* y *cosmos*, que representan, respectivamente, el *desorden* y el *orden*<sup>19</sup>. Uno de los actos cosmogónicos del eterno retorno es el regreso a un período donde todos los materiales están fusionados formando un abismo primordial, caótico y amorfo, que precede a la creación o fundación de una nueva tierra firme. Hutton emplaza esta situación caótica en el fondo del mar [HUTTON, 1785, p. 27; 1788, pp. 287, 293-294, 297; 1795, vol. I, pp. 168, 187-188, 197-198; vol. II, pp. 550, 562]<sup>20</sup>. Este *caos* arquetípico está constituido por unos materiales informes, desordenados e indiferenciados, que proceden de la denudación de las tierras emergidas y que han sido posteriormente transportados y depositados en el océano, formando una zona salvaje e inculta. Mediante el calor interno, estos materiales desorganizados se compactan, se consolidan y se elevan por encima del nivel del mar, dando lugar al estado de *cosmos*, formado por unas masas continentales ordenadas y que permiten su habitabilidad, con un suelo fértil que se va originando a partir de la desintegración de un material existente previamente, mediante la descomposición de las partes sólidas de la tierra firme. El paso de un estado a otro implica no sólo la repetición periódica de los arquetipos, sino también de las relaciones entre ellos, es decir, de las *normas* o *leyes* a las que está sujeta dicha periodicidad [ELIADE, 1949, p. 19]. En otros términos: no se trata tan sólo de la *cosmización* de una zona caótica para posteriormente ser habitada, sino que, para entender mejor la realidad del planeta, es imprescindible además que se repitan cíclicamente los procesos geológicos que dependen, en el caso de Hutton, de leyes naturales que condicionan y explican todos estos cambios, leyes que se repiten también, *uniformes* y *actuales*, es decir, se *respetan* de acuerdo con la terminología del propio mito [ELIADE, 1963, p. 90].

La Tierra aparece como receptáculo o fuente de una fuerza *extraña* que le confiere *sentido*. Esta fuerza es el *calor interno*<sup>21</sup> del planeta, su causa eficiente o motriz, está en su propia sustancia, resiste el paso del tiempo, y su realidad se hace perenne. Esta fuerza es imprescindible para la idea del *perpetuum mobile* en la que parece estar pensando Hutton<sup>22</sup>, y sobre la que ni siquiera se plantea su colapso o agotamiento, puesto que en ese caso se interrumpiría indefinidamente la repetición cíclica de los arquetipos, algo que no está contemplado dentro de su *teoría*.

En la teoría huttoniana, los hechos, los procesos, los acontecimientos son de orden natural, pero además son lógicos, es decir, dependen de la mente del observador. Esta ontología particular ayuda a comprender *cómo y por qué* algo llega a ser real, bien sea un hecho o un proceso, un acontecimiento o un fenómeno. Importa asimismo comprender bien el mecanismo para aproximarnos a la realidad del problema, del objeto en estudio. Se trata, pues, de entender, en una situación aparentemente estable, en ese estado de equilibrio que intuye Hutton, por qué y cómo existen pruebas materiales de que la superficie terrestre, a través de una dinámica cortical compleja y a lo largo de un tiempo inconmensurable [HUTTON, 1788, p. 215], ha ido cambiando hasta alcanzar su estado actual con un propósito efectivo, con un vínculo teleológico evidente: hacer del planeta un mundo habitable [HUTTON, 1788, pp. 209-211, 214-215, 277, 283, 302-303; 1795, vol. II, cap. VI.].

Esto permite aprehender el *secreto* sobre el origen de las cosas, cómo han alcanzado una determinada realidad, dónde buscar para encontrarlas y cómo hacerlas reaparecer si estuvieran ocultas [ELIADE, 1963, p. 21]. En relación con el planeta Tierra, en estas ideas se encuentra la base de la interpretación geológica aplicada durante más de dos siglos: partiendo de los hechos visibles<sup>23</sup> (efectos) es posible conocer sus orígenes (causas), y haciendo uso del principio de la filosofía actualista-uniformitarista, reconstruir el pasado a partir del presente. La transición de los distintos estados es una deducción a través de la realidad del presente, que permite explicar el pasado, y, a partir de éste, el futuro. Puesto que todo retorna periódicamente a sus orígenes como determinados ciclos naturales (por ejemplo, los ritmos lunares y solares o los ciclos estacionales), en el mito del eterno retorno el «pasado no es sino la prefiguración del futuro» [ELIADE, 1949, p. 86]. Hutton se expresa en términos equivalentes: «Examinando el presente, obtenemos datos a partir de los cuales razonar en relación con el pasado, y, realmente a partir de éste, podemos deducir algo sobre lo que ocurrirá en el futuro» [HUTTON, 1788, p. 217]<sup>24</sup>. Ésta es la máxima por excelencia que aplicó Archibald Geikie a la filosofía huttoniana: «El presente es la clave del pasado» [GEIKIE, 1892, pp. 161 (encabezado), 171; 1897 / 1905, pp. 168/299]. Frente a una renovación catastrófica dentro del mito clásico astral, Hutton interpreta su 'historia' de la Tierra mediante disoluciones uniformes y graduales. Esto significa que los cambios, aún siendo totales y absolutos, no son radicales: la superficie terrestre se mantiene aparentemente estable gracias al equilibrio existente entre los procesos destructivos y constructivos que se rigen por el principio del actualismo-uniformitarismo, y que hacen del *pasado* una secuencia interminable de *presentes* que se

han ido desvaneciéndose, consumiendo, desapareciendo. Así, pues, todo se desmorona, degenera y acaba por perecer. No obstante, al repetirse indefinidamente los momentos y las situaciones, los acontecimientos y los procesos en el planeta, su evanescencia es sólo *aparente*: en esta perspectiva cíclica e infinita, cada momento y cada situación *permanecen en su lugar*, por lo que adquieren así el régimen ontológico del arquetipo mítico de caos o cosmos [ELIADE, 1949, p. 115], y que se reconocen en el fondo del mar o en la superficie de la tierra firme. Ésta es la forma de narrar y justificar cada *situación nueva*, cómo se ha modificado el mundo, cómo se ha ido degradando o empobreciendo, cómo se ha ido enriqueciendo o regenerando. Hay que tener en cuenta que, de acuerdo con el mito, el mundo tiene que ser periódicamente renovado, porque, en caso contrario, corre el riesgo de perecer. Dicho de otra forma: *El mundo amenaza ruina si no se renueva*, equiparable a lo expresado por Hutton en varias ocasiones: «Por lo tanto, tendremos en cuenta la destrucción inevitable de nuestra tierra firme, en tanto que está afectada por aquellas operaciones que son necesarias para el propósito del globo, como mundo habitable», o «...la hermosa estructura de una Tierra habitada parece ir necesariamente hacia la destrucción» [HUTTON, 1788, p. 215; 1795, vol. I, p. 620; ELIADE, 1963, p. 49].

Por otro lado, mientras que en el mito del eterno retorno existe una concepción del fin y del comienzo de cada período temporal basada en la observación de los ritmos, en la teoría huttoniana no es posible tal percepción, tal y como lo expresa el naturalista escocés al final de su trabajo: «Por lo tanto, el resultado de nuestra presente investigación es que no encontramos vestigio de un principio, ni perspectiva de un final» [HUTTON, 1788, p. 304; 1795, vol. I, p. 200]<sup>25</sup>.

Por último, la recurrencia de los procesos naturales en la teoría de Hutton carece por completo de connotaciones éticas y de vínculos religiosos, y en consecuencia de rituales y ceremonias. Precisamente por eso, el eterno retorno como interpretación geológica representa para la Tierra una explicación simbólica como expresión directa de su propio asunto, y satisface plenamente el interés científico por el funcionamiento del planeta en tanto que repite una realidad que posee una clara función o condición práctica apreciable: la noción huttoniana del abismo del tiempo como corolario. A diferencia del mito dentro de algunos sistemas arcaicos en los que existe una clara voluntad de desvalorizar el tiempo y una negativa a conservar la memoria del pasado, con una evidente intencionalidad antihistórica [ELIADE, 1949, p. 82.], según Hutton, esta memoria pretérita está escrita en la propia estructura de la corteza terrestre, y el tiempo, al ser cíclico y consecuentemente ahistórico, adquiere todo su valor en una dimensión profunda, ilimitada, inabarcable.

## CONCLUSIÓN

Los aspectos metodológicos que James Hutton utiliza en la elaboración de su *Teoría de la Tierra* forman parte de un eclecticismo pragmático que le condujo a utilizar diferentes corrientes de pensamiento para dar una explicación bastante coherente del

funcionamiento del planeta. Ajeno totalmente al organicismo que se le ha supuesto erróneamente, su filosofía geológica es heredera de distintas tradiciones culturales:

1. El *mecanicismo* newtoniano le proporciona la base metodológica necesaria para interpretar la dinámica terrestre mediante leyes químicas y mecánicas, aunque disiente cuando le interesa en algunos aspectos de ese legado.
2. La *teleología* aristotélica, de una manera altamente significativa, le sumerge en la *causalidad* del mundo en todas sus facetas, rechazando la casualidad.
3. Existe asimismo una estrecha relación entre la explicación huttoniana del presente de su planeta máquina-sistema con el *mito del eterno retorno* en cuanto a la recurrencia *ad infinitum* de procesos de decadencia/renovación, cíclicos en el tiempo, que justifican la existencia y la repetición de los arquetipos geológicos correspondientes: un *caos* equiparable con el fondo marino, donde predomina el desorden, y un *cosmos* representado por la tierra firme, ordenada y apta como hábitaculo para la vida.
4. El principio de uniformidad explica la *perseverancia* de los procesos geológicos en la cosmización de la superficie terrestre, que es una consecuencia de la constancia y regularidad de las leyes naturales, es decir, de su *respeto*.
5. Como corolario final, los ciclos de la materia se integran en períodos temporales también cíclicos, sin principio ni fin. En este abismo del tiempo, todo acontecimiento presente está ligado a perpetuidad tanto al pasado como al futuro, es decir, no hay lugar para las contingencias, por lo que su tiempo es *ineluctablemente* ahistórico. Esto pone en entredicho, una vez más, el carácter *fundacional* de la obra de Hutton.

## NOTAS

1. Esta expresión procede de la defensa que hizo Charles Lyell (1797-1875) al considerar que, al igual que Sir Isaac Newton en astronomía, Hutton había buscado leyes y principios estables para explicar el funcionamiento de la Tierra; véase LYELL [1990, p. 61]; véanse también LAUDAN [1983, pp. 79-104], DEAN [1992, pp. 238-239], RUDWICK [2008, cap. 22, preferentemente sección 22.1, pp. 315-321].
2. La influencia de la química y de la Escuela de Medicina de Edimburgo sobre el desarrollo de la geología escocesa constituye uno de los aspectos más interesantes de la historia de la ciencia; véanse, por ejemplo, LAUDAN [1987, cap. 2], GOLINSKI [1992], BERETTA [1993, cap. 3], EDDY [2005, 2008, pp. 155-187], NEWCOMB [2009, caps. 6 y 7].
3. Para un análisis de las ideas filosóficas de Hutton, véanse O'ROURKE [1978], GRANT [1979], ELLENBERGER [1972a, 1981], JONES [1984], LEVESON [1996].
4. Esta obra, sin embargo, fue duramente criticada en la época, y se dijo por ejemplo que su autor tenía una reputación «bastante bien establecida para no excitar la curiosidad del mundo literario sobre su contenido»; véase MURRAY [1795, Art. VI, p. 431]; véase también HAMILTON [1797, pp. 308-315].
5. Para este contexto y su relación con la geología, véanse, por ejemplo, GILLISPIE (1951), GLACKEN [1967, caps. 5, 8 y 11], HOOYKAAS [1974], REDWOOD [1976, pp. 116-133], BROOKE [1979, 1991], PORTER [1979], CAPEL [1985], RUDWICK [1986], OLDROYD [1996, cap. 2], AYALA-CARCEDO [2004], KÖLBL-EBERT [2009].

6. Este término de *evolución cíclica* de la Tierra fue utilizado por el geólogo anglo-ruso Sergei Ivanovich Tomkeieff (1892-1968) en referencia a la idea de los ciclos de Hutton; véase TOMKEIEFF [1948, p. 269]; sin embargo, no representa en sí mismo una *realidad histórica* en el moderno marco de las Ciencias de la Tierra; véase GARCÍA CRUZ [2001b].
7. Los aspectos epistemológicos del principio de uniformidad han sido ampliamente analizados; véanse, por ejemplo, HOOYKAAS [1959, sobre geología, pp. 1-66], GOULD [1965, 1984], ALBRITTON [1967], GARCÍA CRUZ [1998, 1999, 2000, 2001a], CABEZAS OLMO [2002], ÁLVAREZ MUÑOZ [2004, cap. 3, pp. 101-108].
8. El término *tiempo profundo* (*deep time*, en inglés) fue utilizado por primera vez en 1980 por el escritor norteamericano John McPhee (n. 1931) en un libro de viajes por antiguos terrenos de EE.UU. y que ha sido considerado como una «rapsodia de tiempo»; véase MCPHEE [1980, pp. 20 y 104; 1998, pp. 29 y 77].
9. Entre los posibles *antecedentes* más destacados de la teoría huttoniana de su época se han citado a Robert Hooke (1635-1703), Henri Gautier (1660-1737), Louis Bourguet (1678-1743), Mijaíl Vasílievich Lomonósov (1711-1765), Rudjer Josip Bošković (1711-1787), Immanuel Kant (1724-1804), y George Hoggart Toulmin (1754-1817); véanse HOOKE [1668-1700: N° 1 (1668), pp. 297, 312-316, 325; N° 3 (1686/1687), p. 341], GAUTIER [1721], BOURGUET [1729, pp. 217-270; 1742, pp. 1-52], BOSCOVICH [1763, Part III, arts. 383-384, 388; Suppl. I, arts. 9-10], LOMONOSOV [2012], KANT [1802, §77-79, pp. 300-305], TOULMIN [1780, preferentemente, XIX, pp. 185-186, XX, pp. 196, 200]; véanse, además, DAVIES [1964, 1967], OLSON [1969], TIKHOMIROV [1969, pp. 366-372], DRAKE [1981, 1983], ITO [1988], RANALLI [1982], JACKSON [2006, cap. 6], BLEI [1974], ELLENBERGER [1972c, 1975, 1976-1977, 1994, pp. 155-161], PORTER [1978a, 1978b], DEAN [1992, pp. 272-275], GARCÍA CRUZ [1998, 2001b], WILSON [2009, cap. 8].
10. Aunque discípulo intelectual de Newton, en ciertos aspectos Hutton fue crítico con su filosofía, en especial con la teoría de la materia en lo que concierne a las cualidades esenciales; véanse, por ejemplo, GERSTNER [1968], SCHOFIELD [1970, pp. 273-276], HEIMANN y MCGUIRE [1971, pp. 281-295], HEIMANN [1973, pp. 17-22]; véase además la nota 21.
11. Algunas de estas ideas también aparecen en diversos manuscritos alquímicos inéditos; véase, por ejemplo, MS Add. 3970B, f. 619 (University of Cambridge Library).
12. Sobre esta influencia, véanse, además, HEIMANN y MCGUIRE [1971, pp. 281-295], ROGERS [1978], PIERRIS [2006].
13. Las contribuciones alquímico-químicas de Newton, además de en su *Óptica* (Newton, 1730, Libro III, *Cuest.* 31), están dispersas en varios manuscritos; véanse, por ejemplo, HALL y HALL [1958], FIGALA [1984], DOBBS [1991], NEWMAN [2009], CALIAN [2010].
14. Sobre estos aspectos históricos en relación con la geología, véanse RUDWICK [1982, p. 223; 2005, cap. 4], LAUDAN [1983, 1987, cap. 1].
15. Sobre las dificultades para el desarrollo del pensamiento histórico en geología, véase TAYLOR [2010].
16. La bibliografía en este sentido es muy amplia; véanse, como ejemplos representativos, EISELEY [1960, pp. 18-24], LOVELOCK [1995, pp. xviii-xix; 1988, pp. 13, 23-24; 1991, pp. 3-10], HOHLSTEIN [1992, cap. 5, pp. 82-107; 1994], SEQUEIROS y PEDRINACI [1999], LÉVÊQUE [2001, p. 46], SAN MIGUEL DE PABLOS [2003, pp. 145-152].
17. El significado de φύσις es complejo y controvertido; a partir del siglo VI a.C. se utilizó en el mundo griego clásico con el sentido de *naturaleza* o *esencia* de las cosas, que se corresponde originalmente con la etimología de *fisiología* tal y como se ha indicado; véase KIRK [1954, pp. 227-231].
18. Esta descripción está considerada el primer diseño de un *perpetuum mobile* [ANGRIST, 1968].
19. Aquí el término *cosmos* no tiene el significado de *universo*, sino de *orden universal*, de acuerdo con la primitiva tradición cosmológica griega [KAHN, 1960, Appendix I, pp. 219-230].
20. Entre otros paralelismos, esto sería comparable en la mitología babilónica con *Tiamat*, el abismo caótico de las aguas saladas que recoge el *Enuma elish* [ANÓNIMO, 1.4].

21. El eclecticismo de Hutton se pone de manifiesto aquí una vez más, ya que la idea del calor subterráneo como causa eficiente no dejaba de ser una mera *hipótesis*, contraria por lo tanto a la metodología newtoniana que negaba la validez de las hipótesis como fuentes de conocimiento científico en la filosofía experimental; véase NEWTON [1728, vol. 2, Libro III, Escolio General, p. 785; 1730, Libro III, parte I, p. 349].
22. La idea sobre el movimiento perpetuo la toma Hutton del movimiento orbital de los astros dentro del sistema solar [HUTTON, 1795, vol. I, p. 267], y la aplica posteriormente en diversos aspectos de su teoría, como la perpetuación y el progreso del sistema, la renovación de la superficie terrestre, o la circulación de la materia [HUTTON, 1795, vol. II, pp. 184 y 550, 498, 560].
23. A lo largo de toda su obra, Hutton llama *apariencias* (*appearances*, en el original) a los *hechos visibles*, con el significado de *fenómenos*, lo que nos lleva sin duda al mundo presocrático, en concreto a Anaxágoras: «Las apariencias [fenómenos] son la visión de lo oscuro [oculto]» [KIRK *et al.*, 1983, p. 535, fr. 510].
24. Véase de nuevo HUME [1748, IV.2.19].
25. La primera parte de esta conclusión, en la que Hutton plantea la ausencia de pruebas sobre el *origen* o *principio* de la Tierra, y en la que va implícita la noción de *eternidad*, ya había sido expresada de forma análoga por algunos autores de la Ilustración francesa, como Louis Bourguet, Benoît de Maillet (1656-1738), o Nicolas-Antoine Boulanger (1722-1759); véase BOURGUET [1742, Première Partie, p. 20] sobre la alternancia cíclica mar/tierra firme, DE MAILLET [1748, Cinquième Journée, p. 67], BOULANGER [1753, pp. 380-382; (ed. moderna: pp. 166-167)]; véanse, además, ROGER [1953], HAMPTON [1955, pp. 161-198], ELLENBERGER [1994, pp. 158, 199].

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBRITTON, C.C., JR. (ed.) (1967) *Uniformity and simplicity: a symposium on the principle of the uniformity of nature*. «Special Paper», 89. Boulder (CO), Geological Society of America.
- ÁLVAREZ MUÑOZ, E. (2004) *Filosofía de las ciencias de la tierra. El cierre categorial de la geología*. Oviedo, Pentalfa.
- ANGRIST, S.W. (1968) «Perpetual motion machines». *Scientific American*, 218(1), 115-122.
- ANÓNIMO *Enuma elish*. Madrid, Ed. Nacional [Trad. castellana 1981].
- ARISTÓTELES *Física*. Madrid, Gredos [Trad. castellana 1995].
- ARISTÓTELES *Los Meteorológicos*. Madrid, Alianza [Trad. castellana 1996].
- ARISTÓTELES *Acercas del alma*. Madrid, Gredos [Trad. castellana 1978].
- AYALA-CARCEDO, F.J. (2004) «Las ciencias de la Tierra y la Biblia. Una aproximación desde la razón científica». *Investigaciones Geográficas*, 34, 4-103.
- BERETTA, M. (1993) *The Enlightenment of matter: The definition of chemistry from Agricola to Lavoisier*. Canton (MA), Science History Publ.
- BLEI, W. (1974) «Ist Immanuel Kant der geistige Vater der Huttonschen Theorie?» *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 2(11), 1333-1335.
- BOSCOVICH, R.J. (1763) *Theoria Philosophiae Naturalis/A Theory of Natural Philosophy*. Chicago-Londres, Open Court (Ed. latín-inglés/1922) [British Library, Londres].
- BOULANGER, N.A. (1753) *Anecdotes [physiques de l'histoire] de la Nature*. Manuscrito inédito (Ms 869), 614 pp. [Bibliothèque Central, Muséum National d'Histoire Naturelle, París; Ed. moderna en: P. BOUTIN (ed.) (2006) *Nicolas-Antoine Boulanger/Oeuvres complètes*. París, H. Champion, tomo II].
- BOURGUET, L. (1729) «Mémoire sur la théorie de la terre». En: *Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux*. Whitefish (MT), Kessinger [Facsimile 2009 de la 2ª ed. 1762].

- BOURGUET, L. (1742) «Discours sur l'origine des pierres». En: *Traité des pétrifications*. Brianson, París [Bibliothèque National de France, París].
- BROOKE, J.H. (1979) «The natural theology of the geologists: some theological strata». En: L. Jordanova 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.
- BURNET, T. (1681) *Telluris theoria sacra*. Londres, Kettilby [British Library, Londres].
- BURNET, T. (1684-1690) *The Theory of the Earth*. Londres, R. Norton, 2 vols. [British Library, Londres; Reed. en Carbondale, Southern Illinois University Press, 1965].
- CABEZAS OLMO, E. (2002) *La Tierra, un debate interminable*. Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza.
- CALIAN, G.F. (2010) «Alkimia Operative and Alkimia Speculativa. Some modern controversies on the historiography of alchemy». *Annual of Medieval Studies at Central European University*, 16, 166-190.
- CAPEL, H. (1985) *La física sagrada*. Barcelona, Eds. del Serbal.
- CULLEN, W. (1772) *Institutions of medicine*. Part I: *Physiology*. Edimburgo, W. Creech [British Library, Londres].
- DAVIES, G.L. (1964) «Robert Hooke and his conception of Earth history». *Proceedings of the Geologists' Association*, 75(4), 493-498.
- DAVIES, G.L. (1967) «George Hoggart Toulmin and the Huttonian theory of the earth». *Geological Society of America Bulletin*, 78(1), 121-124.
- DEAN, D.R. (1992) *James Hutton and the History of Geology*. Ithaca (NY), Cornell University Press.
- DE MAILLET, B. (1748) *Telliamed, ou Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme, &c.* Amsterdam, L'Honoré, tomo II [Bibliothèque National de France, París; Trad. inglesa/1968, en Urbana (IL), University of Illinois Press].
- DOBBS, B.J.T. (1991) *The Janus faces of genius: the role of alchemy in Newton's thought*. Cambridge (NY), Cambridge University Press.
- DONOVAN, A. y PRENTISS, J. (1980) «James Hutton's Medical Dissertation». *Transactions of the American Philosophical Society*, 70(6), 1-57 [Trad. inglesa pp. 28-47; Facsímile latino pp. 48-57].
- 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.
- DRAKE, E.T. (1981) «The Hooke imprint on the Huttonian theory». *American Journal of Science*, 281(7), 963-973.
- DRAKE, E.T. (1983) «Robert Hooke and the huttonian theory: a discussion». *Journal of Geology*, 91(2), 231-232.
- DRAKE, E.T. (1996) *Restless genius. Robert Hooke and his earthly thoughts*. Nueva York, Oxford University Press.
- EDDY, M. (2005) «Set in stone: medicine and the vocabulary of mineralogy in Eighteenth-Century Scotland». En: D.M. Knight y M.D. Eddy (eds.) *Science and beliefs. From natural philosophy to natural science, 1700-1900*. Aldershot-Burlington (VT), Ashgate, 77-97.

- EDDY, M. (2008) *The language of Mineralogy. John Walker, Chemistry and the Edinburgh Medical School, 1750–1800*. Farnham–Burlington (VT), Ashgate.
- EISELEY, L. (1960) *The firmament of time*. Lincoln (NE), University of Nebraska Press.
- ELIADE, M. (1949) *El mito del eterno retorno. Arquetipos y repetición*. Barcelona, Altaya [Trad. castellana 1968; Ed. 1994].
- ELIADE, M. (1963) *Mito y realidad*. Barcelona, Kayrós [Trad. castellana 1999].
- ELLENBERGER, F. (1972a) «La métaphysique de Hutton (1726-1797) et le drame écologique du xx<sup>e</sup> siècle». *Revue de Synthèse, III sér.*, 93(67-68), 267-283.
- ELLENBERGER, F. (1972b) «Les origines de la pensée huttonienne; Hutton étudiant et docteur en médecine». *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Séries D*, 275(16), 69-72.
- ELLENBERGER, F. (1972c) «De Bourguet à Hutton, une source possible des thèmes huttoniens: originalité irréductible de leur mise en œuvre». *Comptes Rendus Académie des Sciences, Paris*, 275, 93-96.
- ELLENBERGER, F. (1973) «La thèse de doctorat de James Hutton et la rénovation perpétuelle du monde». *Annales Guébbard*, 49, 497-533.
- ELLENBERGER, F. (1975) «A l'aube de la géologie moderne: Henri Gautier (1660-1737). I. Les antécédents historiques de la vie d'Henri Gautier». *Histoire et Nature*, 7, 3-58.
- ELLENBERGER, F. (1976-1977) «A l'aube de la géologie moderne: Henri Gautier (1660-1737). II. La théorie de la Terre d'Henri Gautier». *Histoire et Nature*, 9-10, 3-149.
- ELLENBERGER, F. (1981) «Une théorie de la connaissance méconnue: la métaphysique de James Hutton (1726-1797)». *Actes des séminaires et tables rondes de l'année universitaire 1979-1980* (Centre interdisciplinaire d'Etude de l'Evolution des Idées, des Sciences et Techniques, Orsay), fasc. I, 5-29.
- ELLENBERGER, F. (1994) *Histoire de la géologie. Tome 2: La grande éclosion et ses prémices, 1660-1810*. Paris, Technique et Documentation (Lavoisier).
- FEYERABEND, P. (2009) *Naturphilosophie* [manuscrito ca. 1975]. Francfort del Meno, Suhrkamp.
- FIGALA, K. (1984) «Die exakte Alchemie von Isaac Newton». *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 94, 157-227.
- FLUDD, R. (1617-1619) *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia*. Oppenheimii, Johan-Theodori de Bry, 2 vols. [British Library, Londres].
- GARCÍA CRUZ, C.M. (1998) «El principio de uniformidad. I. Orígenes». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 234-238.
- 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. (2001a) «El actualismo–uniformitarismo como obstáculo epistemológico». *Cadernos IG/UNICAMP*, 9(1), 22-32.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2001b) «Origen y desarrollo histórico del concepto de ciclo geológico». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 222-234.
- 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.

- GAUTIER, H. (1721) *Nouvelles conjectures sur le globe de la Terre...* París, André Cailleau [Bibliothèque National de France, París].
- GEIKIE, A. (1892) «The centenary of Hutton's 'Theory of the Earth'». En: *Landscape in history and other essays*. Londres (1905), Macmillan, 158-197 [British Library, Londres].
- GEIKIE, A. (1897) *The founders of geology*. Londres, Macmillan [2ª ed./1905: Nueva York, Dover; Reimp. 1962].
- GERSTNER, P.A. (1968) «James Hutton's theory of the earth and his theory of matter». *Isis*, 59(1), 26-31.
- GILBERT, W. (1600) *De magnete, maneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; physiologia nova, plurimis & argumentis, & experimentis demonstrata*. Nueva York, Dover [Trad. inglesa 1893; Ed. 1991].
- GILLISPIE, C.C. (1951) *Genesis and geology. A study of the relations of scientific thought, natural theology, and social opinion in Great Britain, 1790-1850*. Cambridge (MA), Harvard University Press (ed. 1996).
- 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, Del Serbal [Trad. castellana 1996].
- GOLINSKI, J.V. (1992) *Science as public culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*. Cambridge, Cambridge University Press.
- GOULD, S.J. (1965) «Is uniformitarianism necessary?» *American Journal of Science*, 263(2), 223-228.
- GOULD, S.J. (1984) «Towards the vindication of punctuational change». En: W.A. Berggren y J.A. van Couvering (eds.) *Catastrophes and earth history. The new uniformitarianism*. Princeton, Princeton University Press, cap. 1, 9-34.
- GRANT, R. (1979) «Hutton's theory of the earth». En: L. Jordanova 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, 37-51 [2ª ed. revisada (1997)].
- HALL, A.R. y HALL, M.B. (1958) «Newton's chemical experiments». *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 11(43), 113-153.
- HAMILTON, A. (ed.) (1797) *The Critical Review, or Annals of Literature*. Londres, vol. 19 [British Library, Londres].
- HAMPTON, J. (1955) *Nicolas-Antoine Boulanger et la science de son temps*. Ginebra, E. Droz.
- HARVEY, W. (1628) «An anatomical disquisition on the motion of the heart and blood in animals». En: R. Willis (ed.) *The works of William Harvey*. Londres, M.D. Sidenham Society, 1-141. [British Library, Londres; Trad. inglesa 1847; Ed. moderna en Nueva York, Dover/1953, reed. 1995].
- HEIMANN, P.M. (1973) «Nature is a perpetual worker: Newton's aether and Eighteenth-Century natural philosophy». *Ambix*, 20, 1-25.
- HEIMANN, P.M. y MCGUIRE, J.E. (1971) «Newtonian forces and Lockean powers: Concepts of matter in Eighteenth-Century thought». *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, 233-306.
- HESÍODO «Los trabajos y los días». En: *Obras y fragmentos*. Madrid, Gredos [Trad. castellana 1978].
- HOHLSTEIN, V. (1992) *Theorie der Erde: James Huttons zyklische Renovation des Erdorganismus in ibrem geschichtlichen Einbettungsraum*. Frankfurt am Main Universität (Bibliothek), Tesis doctoral.

- HOHLSTEIN, V. (1994) «James Hutton's organismische 'Theorie der Erde'». En: A. von Gotschedter (ed.) *Ad Radices: Festband zum fünfzigjährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main*. Stuttgart, Franz Steiner Verlag, 481-493.
- HOOKE, R. (1668-1700) «Lectures and discourses of earthquakes, and subterraneous eruptions». En: R. Waller (ed.) (1705) *The posthumous works of Robert Hooke*. Londres, Smith & Walford, 277-450 [British Library, Londres; Reproducido en DRAKE (1996, pp. 159-365)].
- HOYKAAS, R.J. (1959) *Natural law and divine miracle: The principle of uniformity in geology, biology and theology*. Leiden, E.J. Brill (2ª ed. 1963).
- HOYKAAS, R.J. (1974) «Genesis and geology». En: J.H. Brooke, R.J. Hoykaas y C. Lawless (eds.) *New interactions between theology and natural science*. Milton Keynes, The Open University Press, 55-87.
- HUME, D. (1739) *Tratado de la naturaleza humana*. Madrid, Tecnos [Trad. castellana 1988].
- HUME, D. (1748) *Investigación sobre el entendimiento humano (An enquiry concerning human understanding)*. Tres Cantos (Madrid), Itsmo [Trad. castellana 2004; ed. Bilingüe].
- HUME, D. (1779) *Diálogos sobre la religión natural*. Madrid, Alianza [Trad. castellana 1999].
- HUTTON, J. (1749) *Dissertatio physico-medica inauguralis de sanguine et circulatione microcosmi*. Lyon, W. Boot [British Library, Londres; Trad. inglesa en DONOVAN y PRENTISS, 1980].
- 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; 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. (1794) *An investigation of the principles of knowledge and of the progress of reason, from sense to science and philosophy*. Edimburgo, Strahan & Cadell, 3 vols.: Vol. I: Part I, Of the natural progress in knowledge. Part II. Of science, sec. I-II, lxxii+649 p., Vol. II: Part II, sec. III-XIII; app. to sec. II, xxiii+734 p., Vol. III: Part III. Of wisdom, or philosophy, as the proper end of science and the means of happiness, xvi+755 p. [Facsimile en: Thoemmes, Bristol (1999)].
- HUTTON, J. (1795) *Theory of the Earth, with proof and illustrations*. Londres-Edimburgo, Cadell Jr. & Davies-W. Crach, 2 vols., viii+610/viii+567 p. [Facsimiles en: Nueva York, Hafner, (1959); Herts, Welson & Codicot, (1959); Lehre, J. Cramer, (1972)]; vol III (ed. póstuma 1899), Londres, Geological Society, (facsimile 1997), xvi+291 p. [El capítulo 1 del tomo I reproduce la versión de 1788].
- ITO, Y. (1988) «Hooke's cyclic theory of the earth in the context of Seventeenth Century England». *British Journal for the History of Science*, 21(3), 295-314.
- JACKSON, P.W. (2006) *The chronologers' quest. Episodes in the search for the age of the Earth*. Cambridge-Nueva York, Cambridge University Press.
- JAKI, S.L. (1974) *Science and creation. From eternal cycles to an oscillating universe*. Edimburgo, Scottish Academic Press.

- JONES, P. (1984) «An outline of the philosophy of James Hutton (1726-97)». En: V. Hope (ed.) *Philosophers of the Scottish Enlightenment*. Edimburgo, University of Edinburgh Press, 182-210.
- KAHN, C.H. (1960) *Anaximander and the origins of Greek cosmology*. New York, Columbia University Press [Reed. en Indianapolis (IN), Hackett/1994].
- KANT, I. (1755) *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Erlangen, H. Fischer. [Facsimile 1988].
- KANT, I. (1802) «Physische Geographie» [manuscrito 1775]. En: *Kants Werke*, vol. 9. Berlín-Leipzig, W. de Gruyter (ed. 1968), 151-436.
- KIRK, G.S. (ed.) (1954) *Heraclitus. The cosmic fragments*. Cambridge, Cambridge University Press (ed. 1962).
- KIRK, G.S., RAVEN, J.E. y SCHOFIELD, M. (1983) *Los filósofos presocráticos*. Madrid, Gredos [Trad. castellana 1970, 2ª ed. 1987].
- KÖBL-EBERT, M. (ed.) (2009) *Geology and religion: a history of harmony and hostility*. Geological Society of London, Sp. Publ. N° 310.
- 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*. Ithaca (NY), Cornell University, Tesis doctoral.
- LAUDAN, R. (1983) «Redefinitions of a discipline: history of geology and geological history». En: L.R. Graham, W. Lepenies y P. Weingart (eds.) *Function and uses of disciplinary histories*. Dordrecht, Reidel, 79-104.
- LAUDAN, R. (1987) *From mineralogy to geology: The foundations of a science, 1650-1830*. Chicago, University of Chicago Press (ed. 1993).
- LÉVÊQUE, C. (2001) *Ecology: from ecosystem to biosphere*. Enfield (NH), Science Publ. [Trad. inglesa 2003].
- LEVESON, D.J. (1996) «What was James Hutton's methodology?» *Archives of Natural History*, 23(1), 61-77.
- LOCKE, J. (1690). *Ensayo sobre el entendimiento humano*. México, Fondo de Cultura Económica [Trad. castellana 1956].
- LOMONOSOV, M.V. (2012) *On the strata of the earth*. «Special Paper», 485. Boulder (CO), Geological Society of America [Trad. inglesa de O sloiakh zemnykh].
- LOVELOCK, J. (1988) *Las edades de Gaia*. Barcelona, Tusquets [Trad. castellana 1993].
- LOVELOCK, J. (1991) «Geophysiology. The science of Gaia». En: S.H. Schneider y P.J. Boston (eds.) *Scientists on Gaia*. Cambridge (MA), MIT Press.
- LOVELOCK, J. (1995) *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford-Nueva York, Oxford University Press (2ª ed., revisada).
- LYELL, C. (1990) *Principles of Geology*. Chicago-Londres, Chicago University Press, Vol. I [Facsimil de la 1ª ed. 1830].
- MACCLAURIN, C. (1748) *An account of Sir Isaac Newton's philosophical discoveries*. Londres, P. Murdoch.
- MCINTYRE, D.B. (1963) «James Hutton y la filosofía de la geología». En: C.C. Albritton, Jr. (ed.) *Filosofía de la Geología*. México, CECSA, 11-23 [Trad. española 1970].
- MCPHEE, J. (1980) *Basin and range*. Nueva York, Farrar, Straus & Giroux [Reproducida en MCPHEE, 1998, Book 1, 25-143].

- MCPHEE, J. (1998) *Annals of the former world*. Nueva York, Farrar, Straus & Giroux.
- MURRAY, J. (ed.) (1795) *The English Review, or An Abstract of English and Foreign Literature* (for the year 1794). Londres, vol. 24 [British Library, Londres].
- NEWCOMB, S. (2009) *The world in a crucible: Laboratory practice and geological theory at the beginning of geology*. «Special Paper», 449. Boulder (CO), Geological Society of America.
- NEWMAN, W.R. (2009) «Geochemical concepts in Isaac Newton's early alchemy». En: G.D. Rosenberg (ed.) *The revolution in geology from the Renaissance to the Enlightenment*. «Memoir», 203. Boulder (CO), Geological Society of America.
- NEWTON, I. (1728) «Sobre el sistema del mundo». En: *Principios Matemáticos de Filosofía Natural*, vol. 2. Alianza, Madrid, 610-786 [Trad. castellana 1987].
- NEWTON, I. (1730) *Óptica, o tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz*. Alfabuara, Madrid [Trad. castellana 1977 de la 4ª ed. inglesa].
- NORWICK, S.A. (2006) *The history of metaphors of nature. Science and literature from Homer to Al Gore*. Lewiston (NY), Edwin Mellen, 2 vols.
- OLDROYD, D.R. (1996) *Thinking about the Earth: A history of ideas in Geology*. Londres, The Athlon Press.
- OLDROYD, D.R. (2006) *Earth cycles: a historical perspective*. Westport (CT), Greenwood.
- OLSON, R. (1969) «The reception of Boscovich's ideas in Scotland». *Isis*, 60(1), 91-103.
- O'ROURKE, J.E. (1978) «A comparison of James Hutton's *Principles of Knowledge and Theory of the Earth*». *Isis*, 69(1), 5-20.
- PIERRIS, G. de (2006) «Hume and Locke on scientific methodology: The Newtonian legacy». *Hume Studies*, 32(2), 277-330.
- PLATÓN «Timeo». En: *Diálogos*, vol. VI. Madrid, Gredos [Trad. castellana 1992].
- PLAYFAIR, J. (1802) *Illustrations of the Huttonian theory of the earth*. Nueva York, Dover [Facsimile 1964].
- PLAYFAIR, J. (1805) «Biographical account of the late Dr. James Hutton». *Transactions of Royal Society of Edinburgh*, 5(3), 39-99 [British Library, Londres; Reimpreso en: J.G. PLAYFAIR (ed.) (1822) *The Works of John Playfair*. Edimburgo, A. Constable, vol. 4, pp. 33-118].
- PLAYFAIR, J. (1822) «Dissertation exhibiting a general view of the progress of mathematical and physical sciences since the revival of letters in Europe». En: J.G. Playfair (ed.) *The Works of John Playfair*. Edimburgo, A. Constable, vol. 2 [British Library, Londres].
- PORTER, R.S. (1978a) «George Hoggart Toulmin and James Hutton: A fresh look». *Geological Society of America Bulletin*, 89(8), 1256-1258.
- PORTER, R.S. (1978b) «Philosophy and politics of a geologist: G.H. Toulmin (1745-1817)». *Journal of the History of Ideas*, 39(3), 435-450.
- PORTER, R.S. (1979) «Creation and credence: the career of the theories of the earth in Britain, 1660-1820». En: B. Barnes y S. Shapin (eds.) *Natural order: Historical studies of scientific culture*. Beverley Hills (CA), Sage, 97-123.
- PORTER, R.S. (1981) «James Hutton's medical dissertation (review)». *Medical History*, 25(4), 444-445.
- RANALLI, G. (1982) «Robert Hooke and the huttonian theory». *Journal of Geology*, 90(3), 319-325.
- REDWOOD, J. (1976) *Reason, ridicule, and religion: The Age of Enlightenment in England, 1660-1750*. Cambridge (MA), Harvard University Press (ed. 1996).
- ROGERS, G.A.J. (1978) «Locke's *Essay* and Newton's *Principia*». *Journal of the History of Ideas*, 39(2), 217-232.

- ROGER, J. (1953) «Un manuscrit inédit perdu et retrouvé: Les *Anecdotes de la nature* de Nicolas-Antoine Boulanger». *Revue des Sciences Humaines*, 71, 231-254.
- RUDWICK, M.J.S. (1982) «Cognitive styles in geology». En: M. Douglas (ed.) *Essays in the sociology of perception*. Londres, Routledge, cap. 10, 219-242.
- 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 [Reproducido en: RUDWICK (2004), art. II].
- RUDWICK, M.J.S. (2004) *The new science of geology. Studies in the Earth Science in the Age of Revolution*. Aldershot, Ashgate.
- 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.
- RUDWICK, M.J.S. (2008) *Worlds before Adam: The reconstruction of geohistory in the age of reform*. Chicago-Londres, University of Chicago Press.
- SAN MIGUEL DE PABLOS, J.L. (2003) *La Tierra, objeto paradigmático. Consecuencias epistemológicas de una confrontación entre tradiciones geológicas*. Universidad Complutense de Madrid, Tesis doctoral.
- SCHOFIELD, R.E. (1970) *Mechanism and materialism. British natural philosophy in an Age of Reason*. Princeton (NJ), Princeton University Press.
- SEQUEIROS, L. y PEDRINACI, E. (1999) «De los volcanes de Kircher a la Gaia de Lovelock». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(3), 187-193.
- TAYLOR, K.L. (2010) «Impediments to geohistorical thinking in the eighteenth century». (GSA Denver Annual Meeting, 31 October-3 November/2010). *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 42(5), 402.
- TIKHOMIROV, V.V. (1969) «The development of the geological sciences in the USSR from ancient times to the middle of the nineteenth century». En: C.J. Schneer (ed.) *Toward a history of geology*. Cambridge (MA), MIT Press, 357-385.
- TOMKEIEFF, S.I. (1948) «James Hutton and the philosophy of Geology». *Transactions of the Geological Society of Edinburgh*, 14(2), 253-276 [Reimpreso en: James Hutton 1726-1797. Commemoration of the 150th Anniversary of his death. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 63(4)1949, Section B, 387-400].
- TOULMIN, G.H. (1780) *Antiquity and duration of the world*. Londres, Cadell [British Library, Londres].
- VICO, G. (1744) *Ciencia nueva*. Madrid, Tecnos [Trad. española 1995, de la 3ª ed. italiana].
- WHITEHEAD, A.N. (1925) *La ciencia y el mundo moderno*. Buenos Aires, Losada [Trad. castellana 1949].
- WHITEHEAD, A.N. (1929) *Proceso y realidad*. Buenos Aires, Losada [Trad. catalana 1956].
- WILSON, D.B. (2009) *Seeking nature's logic: Natural philosophy in the Scottish Enlightenment*. University Park (PA), Pennsylvania State University Press.