

EL PRINCIPIO DE UNIFORMIDAD. I.- ORÍGENES

The principle of uniformity. I.- Origins

Cándido Manuel García Cruz (*)

RESUMEN:

Se analiza brevemente el principio de uniformidad en la Naturaleza, sus orígenes en el seno de la cultura clásica greco-latina, y su desarrollo posterior con James Hutton y Charles Lyell. El conocimiento de los orígenes así como la utilización adecuada en el aula de este principio metodológico proporcionará una mayor coherencia para la comprensión de la realidad natural.

ABSTRACT:

The principle of uniformity in Nature, its origins in the bosom of the classic greek-latin culture, and its later development with James Hutton and Charles Lyell, are briefly analysed. Both the knowledge of the origins and a right use of this methodological principle in the school, are to be provided a greater coherence to the understanding of the natural actuality.

Palabras clave: *actualismo-uniformitarismo, historia de la geología, epistemología, educación secundaria.*

Keywords: *actualism-uniformitarianism, history of geology, epistemology, secondary education.*

Videbimus an rerum omnium certus ortu ducatur et alia alii ita
impressa sint ut quod antecedit aut causa sit sequentium aut signum
SÉNECA (*Naturales Quaestiones*, Lib. I, 4)

INTRODUCCIÓN

La geología es fundamentalmente una ciencia histórica o “no es nada” (Hallam, 1983). Esto se ha venido asumiendo por parte de los científicos de la Tierra con mayor rigor desde el siglo XIX, y ha sido expresado con bastante acierto por Bülow (1941): “Pensar geológicamente es lo mismo que pensar históricamente”, aunque para Simpson (1963) no siempre esto es así, en especial cuando se tratan los procesos inmanentes a la tierra física. Sin embargo, es bajo una perspectiva histórica que debemos considerar siempre el *factor tiempo* a la hora de abordar los fenómenos que han tenido lugar en el planeta Tierra, puesto que el tiempo es la base de las investigaciones sobre el pasado geológico.

Dentro de este marco de referencia histórico, ¿es posible, analizando la situación geológica actual, inferir o deducir no sólo *qué* acontecimientos, procesos o fenómenos afectaron en épocas pretéritas al planeta tierra, sino también *cómo* ocurrieron? En otras palabras: *¿es realmente el presente la clave del pasado?* La respuesta que se puede dar a este interrogante no es sencilla, y va a depender de cómo sean las características epistemológicas en las que nos situemos, alcanzando así visiones que pueden llegar a ser muy distintas de la realidad natural.

Por un lado, podemos basar nuestro propósito en el Principio de Uniformidad, según el cual, “los procesos geológicos y las leyes naturales que operan en la actualidad para modificar la corteza terrestre han actuado de la misma forma regular y esencialmente con la misma intensidad a lo largo del tiempo geológico... No implica que todo cambio se haya producido a una tasa uniforme...” (Bates y Jackson, 1987)¹. De acuerdo con estos postulados actualistas-uniformitaristas, tal como se supone ha venido ocurriendo en la ciencia geológica, en términos generales, desde finales del siglo XVIII, tendremos que *someter* al planeta Tierra a unos principios gradualistas que afectarán a todos los procesos geológicos propiamente dichos, así como a los biológicos. Estos principios, y en especial algunos errores interpretativos de los mismos, han permanecido -y en cierta medida aún permanecen- vigentes, y no siempre implícitamente, para muchas de las concepciones básicas de la Geología que enseñamos en el aula.

Sin embargo, podemos aproximarnos a la realidad natural de una forma, aparentemente, distinta. Éste sería el caso si restringimos el principio de uniformidad mediante una evaluación epistemológica estricta que haga posible establecer unos límites oportunos sobre su alcance y su significado real.

(*) Dpto de Ciencias de la Naturaleza (Biología y Geología), I.E.S. Mencey Acaymo, c/ Poeta Arístides Hernández Mora, s/n, 38500 Güümar, Tenerife. Correo electrónico: cmgct@correo.rcanaria.es.

(1) Hemos elegido al azar esta referencia para definir el principio de uniformidad, ya que en todas las obras consultadas la definición es aproximadamente coincidente.

Dicha evaluación nos va a permitir, así, la aceptación de una serie de fenómenos catastróficos naturales de diversa índole que no podemos seguir obviando. Estas catástrofes han influido en el planeta Tierra a lo largo de los 4.500 Ma de su historia, viéndose afectado, en concreto y de una manera muy significativa, el *tempo y mode* del proceso evolutivo terrestre, tanto desde el punto de vista geológico como en lo que concierne a la materia viva.

Para que la evaluación que pretendemos realizar tenga el máximo rigor epistemológico posible, necesitamos conocer el origen del principio de uniformidad, su desarrollo y evolución conceptual, así como su significado y validez no sólo actuales, sino también a lo largo del tiempo. La complejidad del tema nos ha obligado, por razones de espacio, a dividir la tarea en tres partes. En esta primera estudiaremos los orígenes históricos del principio de uniformidad, su evolución desde la antigüedad clásica y su desarrollo posterior con James Hutton y Charles Lyell. En una segunda parte, analizaremos a través de diversos textos el significado que se le ha dado a la uniformidad, evidenciando que el actualismo-uniformitarismo ha sido interpretado erróneamente y, al mismo tiempo, ha sido aplicado indiscriminadamente durante más de ciento cincuenta años, convirtiéndose así en un importante obstáculo epistemológico a considerar en el desarrollo del conocimiento geológico (García Cruz, 1998a,b). Por último, para completar este análisis, en una tercera parte se plantearán los fundamentos de la filosofía neocatastrofista, mucho más coherente en las explicaciones causales del mundo natural.

Estos aspectos deberían tener un tratamiento adecuado en el aula dentro de las consideraciones históricas y epistemológicas que puedan hacerse, no sólo para vencer los correspondientes obstáculos, sino también para abrir nuevas perspectivas metodológicas, y por lo tanto formativas, para el alumnado.

ORÍGENES DEL PRINCIPIO DE UNIFORMIDAD

A pesar de la creencia generalizada de que el principio de uniformidad es un *invento* de James Hutton -falacia número 2 de Shea (1982)-, cuando no de Charles Lyell, la realidad es que esta idea es muy antigua, pudiéndose remontar más allá incluso de la cultura greco-latina. Limitándonos a ésta, analizaremos brevemente algunas ideas uniformitaristas clásicas.

Los presocráticos, así como los neopitagóricos, poseían la noción de uniformidad en la naturaleza, *cohabitando* además con la idea de catástrofes. Generalmente ambas ideas estaban asociadas a ciclos cósmicos, también presentes en algunas filosofías orientales como el budismo. Esta cohabitación no sería un hecho singular, sino que se repetiría en el transcurso de los siglos.

En Platón, ambas ideas, probablemente de origen caldeo, se encuentran en tres de sus diálogos (*Político*, *Timeo* y *Critias*). Siempre que existiera

una conjunción planetaria, tendría lugar un tiempo perfecto y uniforme. Por el contrario, las catástrofes cósmicas -entre las que el hundimiento de la Atlántida habría sido una de ellas- estarían causadas por la interferencia en el doble movimiento del universo, bien porque los astros eran abandonados a su propia revolución, girando en sentido contrario, o porque se producían desviaciones en el discurrir normal de los mismos. En algunos casos también se podían dar catástrofes parciales en períodos de conjunción planetaria.

Por otro lado, el oscuro y a veces difícil de comprender *continuismo* planteado por Aristóteles (*Fís.*, Lib. III; *Met.*, Lib. XI) -en tanto que repetición y regularidad de los fenómenos-, se puede interpretar algunas veces como un fijismo, y otras como una especie de gradualismo uniformitarista que afectaría a los cambios de la materia. Formando parte de la influencia aristotélica en la cultura occidental, esta idea sería retomada algunos siglos después por diversos pensadores.

Dentro del mundo latino, Séneca definiría su noción de uniformidad en unos términos que trascendieron a su propia época. Por un lado, defendía la existencia de un orden natural tal que *lo que antecede es causa o indicio de lo que sigue* (*Nat. Quaest.*, Lib. I); además, las explicaciones causales debían ser *naturales*, no *raras ni fortuitas* (*Nat. Quaest.*, Lib. II). Por otro lado, no rechazaba los fenómenos catastróficos sino que los asociaba a los cuatro elementos (*Nat. Quaest.*, Libs. III y VI). Ideas muy semejantes a las del pensador latino serían utilizadas por otros autores durante el Renacimiento y en los siglos posteriores. Estas ideas se traducirían en el concepto de "*causas actuales*", que fue utilizado por numerosos naturalistas, preferentemente franceses, antes incluso que Hutton y Lyell, como ha sido señalado por Ellenberger (1987, 1994, 1996) y Gohau (1997).

A partir del siglo XVI se volvería a repetir una vez más la cohabitación de las dos corrientes *enfrentadas*. Así, siguiendo el método actualista, las conchas fósiles serían interpretadas como restos de organismos que vivieron en el pasado, puesto que sólo como tales habrían podido alcanzar la cima de las montañas tras la catástrofe del diluvio universal. Entre los que compartían estas ideas destacan Leonardo da Vinci y Nicolás Steno. Ambos poseían una concepción uniformitarista en todo lo relacionado con el agua, tanto en lo que se refiere a los fenómenos erosivos como a los sedimentarios. Posteriormente, Hooke (1668), aunque habría de recurrir a causas, para él, *extraordinarias* en su intento de explicar los fósiles, expresaría también las mismas condiciones de uniformidad que, para Drake (1981) y Ranalli (1982), pudieron incluso haber influido en James Hutton.

Con el siglo XVIII la idea de uniformidad alcanzaría su máxima actualización. Así, el Siglo de las Luces se iba a iniciar con la *Ley o Principio de la Continuidad* de Leibniz (1714a, b), con una influencia aristotélica evidente, aunque mucho más clarificadora y comprensible. Dicho principio ga-

rantizaba el orden y la regularidad en la naturaleza de acuerdo con su conocido aforismo “*la naturaleza no da saltos*”. Para Leibniz los cambios son *continuos* y se verifican por *grados* (*Monad.*, 10, 13), y además, “*todo estado presente... es una consecuencia de su estado anterior*” (*Monad.*, 22). En otra palabras: “*el presente lleva al porvenir en su seno; el futuro podría leerse en el pasado; lo remoto está expreso en lo próximo*” (*Principios*, 13). La misma idea de uniformidad se integraría en la teoría de Kant-Laplace sobre el origen del sistema solar, y, desde el punto de vista estratigráfico y sedimentario, también la expresarían, entre otros, De Maillet (1748) y Toulmin (1783). En Torrubia (1754) cohabitarían, una vez más, el método actualista sobre la interpretación de los fósiles y la noción catastrofista del diluvio (Pelayo, 1996; Sequeiros, 1998). Este período finalizaría con dos de las contribuciones más importantes de Hutton (1788, 1795) a la filosofía geológica, sobre las que para McIntyre (1967) existe una indiscutible influencia de la obra de Toulmin citada anteriormente. Estas aportaciones fueron, por un lado, el “descubrimiento” del *tiempo profundo*, y por otro, el uso continuado del principio del actualismo.

De acuerdo con Toulmin y Goodfield (1965), el cambio de perspectiva por *el descubrimiento del pasado* ha significado la transformación más profunda en la actitud del hombre hacia la naturaleza. Sin embargo, hay que resaltar en este sentido que la noción de un tiempo indefinido no es un logro exclusivo de Hutton. Esta idea se puede encontrar también en diferentes culturas orientales, como el budismo, el mazdeísmo, el hinduismo o el sistema zervanita. Para los hindúes, por ejemplo, la tierra tendría unos 2.000 Ma². La misma idea sobre ciclos temporales indefinidos también la encontramos en los clásicos griegos, en especial en Aristóteles y Empédocles. Desde nuestro punto de vista, el tiempo huttoniano, cíclico y ahistórico, es la *versión geológica* del mito del eterno retorno, con el que, de seguro, estaba familiarizado el científico escocés. En última instancia, en el ciclo geológico se puede reconocer la repetición de los mismos arquetipos primordiales, referidos en este caso a los procesos geológicos que producirían una destrucción-regeneración continua de la superficie terrestre a lo largo de innumerables épocas. Hutton lo simplificó adecuadamente en una de las últimas conclusiones de la primera obra: “*...no encontramos vestigio de un principio³, ni perspectiva de un final*”, reafirmando así en su visión cíclica y repetitiva de los procesos naturales.

En cuanto a su noción del actualismo, Hutton se refería, al igual que Séneca, a la uniformidad de las *causas*, es decir, a la uniformidad de la ley natural, que resumió de la siguiente forma: “*No hay que acudir a fuerzas que no sean las naturales del glo-*

bo, no se debe admitir más acción que aquélla de la que conocemos su principio”. Ambas contribuciones están indudablemente ligadas entre sí: un tiempo *indefinido* era más que necesario para poder explicar, de una forma *gradual*, todos los cambios que habría sufrido el planeta. Así, el uniformismo comprendía el efecto acumulativo de unos procesos continuados durante largos períodos. También en este mismo sentido, evidentemente, *ilustraría* Playfair (1802) la teoría huttoniana.

Pero, sobre todo, fue Lyell (1830-33) quien proclamó el actualismo como componente esencial de la filosofía geológica. Tanto los orígenes como los precursores de su pensamiento han sido tratados por diversos autores (Bowker, 1989; Ellenberger, 1987, 1994; Gillispie, 1951; Gohau, 1990, 1997; Gould, 1987; Laudan, 1982, 1987; Rudwick, 1972; Wilson, 1967). Entre otros aspectos, hay que destacar el hecho de que Lyell tomó como punto de partida un enfrentamiento directo con las interpretaciones que estaba haciendo principalmente Buckland (1820) del catastrofismo cuvieriano, cuya explicación hacía recaer en el intervencionismo divino. Así, frente a la “teología natural” basada en las Escrituras, se requería un “Libro de la Naturaleza” que no tuviera relación alguna con la Biblia. Dicha obra debía tener el mismo peso fundacional para la ciencia geológica que el que había aportado Newton a la modernización de la física, de ahí que también la denominase *Principios*, aunque para Gillispie (1951), bien podría haberse titulado *Summa Geologica*, por analogía con la obra de Tomás de Aquino.

El objetivo de Lyell no era otro que “*explicar los cambios anteriores de la superficie terrestre por referencia a las causas que operan en la actualidad*”. Esta idea sería sintetizada posteriormente por Geikie (1897): “*El presente es la clave del pasado*” (frase, por cierto, atribuida habitualmente tanto a Lyell como a Hutton). Las ideas lyellianas ponían el énfasis fundamentalmente en las mismas ideas que ya hemos visto sostenían Séneca o Hutton: “*...no estamos autorizados a recurrir a agentes extraordinarios*”. De esta forma quedaban descartadas todas las causas sobrenaturales para explicar los fenómenos que habían tenido lugar en la tierra. Además, Lyell, en el tercer volumen de su obra, enfatizaba su adhesión a la corriente actualista-uniformitarista puesto que ésta “*...siempre ha puesto a los geólogos en el camino que conduce a la verdad*”.

No entraremos aquí a analizar el “supuesto debate” que produjo la publicación de los *Principles of Geology*. Éste puede seguirse con mayor detalle en numerosos y excelentes estudios (Canon, 1960; Gohau, 1987; Green, 1982; Hallam, 1983; Hooykas, 1963; Laudan, 1987; Palmer, 1996; Pedrinaci, 1992; Pelayo López, 1988; Rudwick, 1972; Sequeiros, 1997...) Sin embargo, sí haremos hincapié en

(2) Ésta es, por otro lado, la edad que le concedía De Maillet al planeta para que hubiese podido tener lugar la desecación cíclica del mar Mediterráneo.

(3) Esta primera parte de la idea huttoniana también la había hecho explícita con anterioridad De Maillet.

una serie de ideas que consideramos al respecto interesantes.

Por un lado, la filosofía uniformitarista se ha *supuesto* vigente durante los últimos ciento cincuenta años, aunque en realidad no tuvo en sus orígenes tanta influencia como por lo general se suele pensar. Más aún, durante el siglo XIX pasó prácticamente inadvertida en Francia y Alemania, y hasta en la propia Inglaterra no tuvo demasiados adeptos. En España, la introducción de las ideas lyellianas se produjo, no por los *Principles*, sino a través de la traducción de los *Elementos de Geología* efectuada por Ezquerro del Bayo en 1847. Es muy probable que la escasa influencia inicial de la obra de Lyell se debiese también a las ideas físico-teológicas que tuvieron un gran auge durante el siglo pasado a pesar de las críticas de numerosos autores como Spinoza, Kant o Humboldt, entre otros. La mayoría de los pensadores de la época estaban *dotados* de una cierta religiosidad que en gran medida condicionaba su concepción sobre la naturaleza y el mundo en general. Incluso Hutton, Cuvier y hasta el propio Lyell eran deístas, aunque negaban cualquier intervención divina en la historia, especialmente en la natural.

Por otro lado, como ya ha sido apuntado por algunos autores, principalmente Gould (1987), el debate catastrofismo-uniformitarismo es sólo una *verdad a medias*. En realidad, esta controversia iba a ser, una vez más, un enfrentamiento entre religión y ciencia, entre catastrofistas *bíblicos* o *diluvialistas* y uniformitaristas, entre fe y razón. *Lo otro* fueron críticas debidas fundamentalmente a errores de interpretación de la obra de Lyell. Ésta, por otro lado, iba a ser revestida de una cierta “transcendencia” e “importancia”, a lo que contribuiría Gillispie (1951). Asimismo, algunos autores coetáneos, como por ejemplo Darwin en su *Origen de las especies*, y especialmente sus seguidores, entre otros, la dotaron de un carácter revolucionario (evidentemente en el sentido de Whewell), que sería reafirmado en este siglo por Kuhn (1970) y Cohen (1985), aunque para Elena (1986, 1988) realmente tal revolución nunca tuvo lugar. De esta forma se facilitó la conversión del actualismo-uniformitarismo en un obstáculo epistemológico relevante, principalmente a lo largo de este siglo. Estos aspectos serán abordados en la segunda parte de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aristóteles. *Física*. Planeta-Agostini, Madrid (trad. castellana 1995).
- Aristóteles. *Metafísica*. Ed. Gredos, Madrid (ed. trilingüe, trad. castellana 1970, 2ª ed. 1982).
- Bates, R.L. y Jackson, J.A. (1987). *Glossary of Geology*. American Geological Institute, Alexandria (Vi.).
- Bowker, G. (1989). Los orígenes del uniformitarismo de Lyell: hacia una nueva geología. *En*: M. Serres (ed). (1989). *Historia de las Ciencias*. Debate, Madrid (trad. castellana 1991), pp. 437-457.
- Buckland, W. (1820). *Vindiciae geologicae, or the connexion of geology with religion explained*. Oxford University Press, Oxford.
- Bülow, K. von (1941). *Geología para todos. Iniciación teórica y práctica en las ciencias de la Tierra*. Ed. Labor, Barcelona (trad. castellana 1958).
- Canon, W.F. (1960). The uniformitarian-catastrophist debate. *Isis*, 51, 38-55.
- Cohen, I.B. (1985). *Revolución en la ciencia*. Ed. Gedisa, Barcelona (trad. castellana 1989).
- De Maillet, B. (1748). *Telliamed, ou Entretiens d'un philosophe indien avec un missionnaire français sur la diminution des eaux, la formation de la terre, l'origin de l'homme, etc.* Fayard, Paris (ed. 1984).
- Drake, E.T. (1981). The Hooke imprint on the Huttonian theory. *Am. J. Sci.*, 281, 963-973.
- Elena, A. (1986). ¿Revoluciones en Geología? De Lyell a la Tectónica de Placas. *Arbor*, 486(124), 9-45.
- Elena, A. (1988). The imaginary Lyellian revolution. *Earth Sci. Hist.*, 7(2), 126-133.
- Ellenberger, F. (1987). Les causes actuelles en géologie. Origine de cette expression: la légende et la réalité. *Bull. Soc. géol. France*, 8(3), 199-206.
- Ellenberger, F. (1994). *Histoire de la géologie. Tome 2: Le grande écosion et ses prémices, 1660-1810*. Technique et Documentation (Lavoisier), Paris.
- Ellenberger, F. (1996). Le présent, clef du passé. *Travaux du Comité Français d'Histoire de la Géologie*, 3^m Ser., 10(5), 65-71.
- García Cruz, C.M. (1998a). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330.
- García Cruz, C.M. (1998b). El actualismo-uniformitarismo como obstáculo epistemológico (sometido).
- Geikie, A. (1897). *The founders of geology*. Dover, Nueva York (ed. 1962).
- Gillispie, C.C. (1951). *Genesis and geology*. Harvard University Press, Cambridge (Ma). (ed. 1996).
- Gohau, G. (1987). *Histoire de la géologie*. Ed. La Découverte, Paris.
- Gohau, G. (1990). *Les sciences de la Terre aux XVII^e et XVIII^e siècles. Naissance de la géologie*. Ed. Albin Michel, Paris.
- Gohau, G. (1997). Naissance de la méthode “actualiste” en géologie. *De la géologie à son histoire*, CTHS, 139-149.
- Gould, S.J. (1987). *La flecha del tiempo*. Alianza Ed., Madrid (trad. castellana 1992).
- Green, M.Y. (1982). *Geology in the nineteenth century: changing views of a changing world*. Cornell University Press, Ithaca.
- Hallam, A. (1983). *Grandes controversias geológicas*. Ed. Labor, Barcelona (trad. castellana 1988).
- Hooke, R. (1668). *Discourse of earthquakes. En: Posthumous works of Robert Hooke (1705)*. F. Cass, Londres (ed. 1971), pp. 279-328.
- Hooykaas, R. (1963). *Natural law and divine miracle. The principle of uniformity in Geology, Biology and Theology*. E. Brill, Leiden.
- 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. *R. Soc. Edinburgh, Trans.*, 1(2), 209-304.
- Hutton, J. (1795). *Theory of the Earth with proofs and illustrations*. Hafner, Nueva York (ed. facsímil 1959), vol. I.

- Kuhn, T.S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago (2ª ed. corregida).
- Laudan, R. (1982). The role of methodology in Lyell's science. *Stud. Hist. & Phil. Sci.*, 13(3), 215-249.
- Laudan, R. (1987). *From mineralogy to geology. The foundations of a science, 1650-1830*. The University of Chicago Press, Chicago (ed. 1993).
- Leibniz, G.G. (1714a). *Monadología*. Ed. Porrúa, México (trad. castellana 1977, 3ª ed. 1991), pp. 383-400.
- Leibniz, G.G. (1714b). *Principios sobre la Naturaleza y la Gracia*. Ed. Porrúa, México (trad. castellana 1977, 3ª ed. 1991), pp. 401-410.
- Lyell, C. (1830-33). *Principles of Geology*. University of Chicago Press, Chicago (facsimil 1990 de la 1ª ed. inglesa) 3 vols.
- McIntyre, D.B. (1963). James Hutton y la filosofía de la geología. En: C.C. Albritton, Jr. (ed) (1963). *Filosofía de la Geología*. C.E.C.S.A., México (trad. castellana 1970), pp. 11-23.
- Palmer, T. (1996). *The fall and rise of catastrophism*. Conferencia impartida en la Nottingham Trent University (25 de Marzo de 1996).
- Pedrinaci, E. (1992). Catastrofismo versus actualismo. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 216-222.
- Pelayo López, F. (1984). Catastrofismo y actualismo en España. *Llull*, 7, 47-68.
- Pelayo López, F. (1996). *Del diluvio al Megaterio. Los orígenes de la Paleontología en España*. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia nº 16. C.S.I.C., Madrid.
- Platón. Político. En: *Diálogos*. Ed. Gredos, Madrid (trad. castellana 1988), vol. V, pp. 483-617.
- Platón. Timeo. Critias. En: *Diálogos*. Ed. Gredos, Madrid (trad. castellana 1992), vol. VI, pp. 125-296.
- Playfair, J. (1802). *Illustrations of the Huttonian theory of the earth*. Dover Publ., Nueva York. (ed. facsimil 1964).
- Ranalli, G. (1982). Robert Hooke and the huttonian theory. *J. Geol.*, 90, 319-325.
- Rudwick, M.J.S. (1972). *The meaning of fossils. Episodes in the history of palaeontology*. Chicago University Press, Chicago (2ª ed. 1985).
- Séneca, L.A. *Naturales Quaestiones*. C.S.I.C., Madrid (ed. bilingüe, trad. castellana 1979), 2 vols.
- Sequeiros, L. (1997). Charles Lyell (1797-1875) y el conflicto entre la nueva geología y la religión. *Proyección*, 44, 127-138.
- Sequeiros, L. (1998). El franciscano granadino José Torrubia (1698-1761). Entre los fósiles, el Diluvio Universal y los gigantes. *Proyección*, 45, 39-50.
- Shea, J.H. (1982). Twelve fallacies of uniformitarianism. *J. Geol. Ed.*, 31, 105-110.
- Simpson, G.G. (1963). La ciencia histórica. En: C.C. Albritton, Jr. (ed) (1963). *Filosofía de la Geología*. C.E.C.S.A., México (trad. castellana 1970), pp. 39-69.
- Torrubia, J. (1754). *Aparato para la Historia Natural Española*. Sociedad Española de Paleontología, Madrid (ed. facsimil 1994).
- Toulmin, G.H. (1783). *The antiquity of the world*. Cadell & Davis, Londres.
- Toulmin, S. y Goodfield, J. (1965). *El descubrimiento del tiempo*. Ed. Paidós Ibérica, Barcelona (trad. castellana 1968, ed. 1990).
- Wilson, L.G. (1967). The origins of Charles Lyell's uniformitarianism. En: C.C. Albritton, Jr. (ed.) (1967). *Uniformity and Simplicity. A Symposium on the Principle of the Uniformity of Nature*. *Geol. Soc. America, Special Paper* No. 86, pp. 35-62. ■