

Georges Cuvier (1769-1832) en el aula de Ciencias de la Tierra: el *Discours* (1825).

Sugerencias didácticas

LEANDRO SEQUEIROS lsequeiros42@gmail.com

RESUMEN: en el año 2025 celebramos los 200 años de la publicación del *Discours sur les Révolutions de la Surface du globe* (París, 1825) del naturalista Georges Cuvier (1769-1832), a quien se considera como fundador de la Paleontología. El *Discours* es, tal vez, pese a su brevedad, su obra más conocida y en la se ponen las bases filosóficas de la interpretación de la vida del pasado a partir de los fósiles. El uso de la anatomía comparada entre fósiles y seres vivos abrió el camino para la Paleobiología. Aunque el paradigma de fondo de Cuvier es diluvista y catastrofista, no por ello sus ideas pierden actualidad y pueden ser utilizadas en el aula de Ciencias de la Tierra. Es importante situar a Cuvier en el contexto del desarrollo de las Ciencias de la Tierra, desde la época de los griegos hasta el siglo XIX. Ofrecemos lecturas y pistas para una lectura crítica de la selección de textos sobre el *Discours* que ofrecemos.

Palabras clave: Georges Cuvier, Diluvio, Fósiles, Revoluciones, Catástrofes, creación, especies, evolución, paradigmas, teorías de la Tierra.

ABSTRACT: In the year 2025 we celebrate the 200th anniversary of the publication of the *Discours sur les Révolutions de la Surface du globe* (Paris, 1825) by the naturalist Georges Cuvier (1769-1832), who is considered the founder of Paleontology. The *Discours* is perhaps, despite its brevity, his best-known work and the one in which the philosophical foundations of the interpretation of past life from fossils are laid. The use of comparative anatomy between fossils and living things paved the way for paleobiology. Although Cuvier's basic paradigm is dilutive and catastrophic, his ideas are nevertheless relevant and can be used in the Earth Science classroom. It is important to place Cuvier in the context of the development of the Earth Sciences, from the time of the Greeks to the nineteenth century. We offer readings and clues for a critical reading of the selection of texts on the *Discours* that we offer. Keywords: Georges Cuvier, Deluge, Fossils, Revolutions, Catastrophes, creation, species, evolution, paradigms, theories of the Earth.

Introducción

En el año 2025 se cumplen 200 años de la publicación de un ensayo científico que marca el inicio de la paleontología como ciencia natural: el *Discours sur les Révolutions de la Surface du globe*. Su autor, Georges Cuvier (1769-1832) un naturalista genial que, utilizando la anatomía comparada, estableció las bases metodológicas de la Paleontología, dentro de las Ciencias de la Tierra.

Desde AEPECT nos ha parecido que el segundo centenario de este texto puede ser una buena ocasión para aprovechar la historia de la ciencia para detectar las representaciones erróneas de los estudiantes, y reelaborar mentalmente una imagen de la Tierra, dentro del sistema solar, más adecuada a las modernas *Geociencias* o a la *Global Geology*

En el año 1825 el naturalista Georges Cuvier cumplió 56 años. Había nacido en 1769 y llevaba a sus espaldas un voluminoso cargamento de saberes y publicaciones científicas en el *Museum National d'Histoire Naturelle* de París, desde 1795. Desde 1809 a 1832 Cuvier fue su Director.

Algunas notas biográficas de Georges Cuvier



Retrato de Cuvier en su “ gabinete de anatomía comparada ” de Mathieu-Ignace Van Brée

Será bueno recordar algunos datos biográficos que pueden hacer pensar y debatir sobre sus ideas: **Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier**, barón de Cuvier, más conocido como **Georges**

Cuvier (Montbéliard, ducado de Wurtemberg, Sacro Imperio Romano Germánico, 23 de agosto de 1769-París, Francia, 13 de mayo de 1832), fue un zoólogo y estadista francés que estableció las bases de ciencias como la anatomía comparada y la paleontología.

Georges Cuvier nació el 23 de agosto de 1769 en Montbéliard, un lugar de habla francesa en el macizo del Jura que entonces fue parte del ducado de Wurtemberg. Su madre lo educó en sus primeros años pero desde la edad de quince años, de 1784 a 1788, fue a la escuela Karlsschule en Stuttgart, la capital de Wurtemberg. Después de la escuela, de 1788 a 1795, Cuvier trabajó como profesor particular y escribió sobre invertebrados marinos.

Vivió en Normandía, donde pudo evitar la peor violencia de la Revolución francesa. Fue nombrado a un puesto en el gobierno local y comenzó a ganarse una reputación como naturalista. Empezó a describir el mundo natural que le rodeaba y a publicarlos en periódicos locales.

Sus escritos fueron enviados a Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (con quien tuvo agrias polémicas), que era catedrático de zoología de vertebrados en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia; y Cuvier empezó a trabajar en el museo en 1795, convirtiéndose en el experto de la anatomía de animales más erudito en todo el mundo.

En 1795, en plena Revolución francesa, Cuvier fue nombrado asistente de profesor de anatomía de los animales en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia, institución creada dos años antes a partir del Real jardín de las plantas medicinales y cuya sede sigue siendo hoy en día el Jardín de plantas de París.

Ocupó el puesto de profesor en esa misma cátedra en 1802, año a partir del cual se le cambió el nombre de «cátedra de anatomía de los animales» a «cátedra de anatomía comparada».

En el seno de dicho Museo Nacional, fue uno de los pioneros de ciencias tales como la anatomía comparada y la paleontología, siendo el primer científico que consiguió que la comunidad científica admitiese los conceptos de extinción de las especies y de correlación de las partes. Hasta el momento de su muerte Cuvier sirvió en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia, en la Academia de Ciencias de Francia y en otras instituciones de enseñanza e investigación a lo largo de regímenes políticos tales como la Revolución, el primer Imperio, la Restauración borbónica y la Monarquía de Julio.

Reseñamos aquí algunas de sus publicaciones más importantes:

- *Mémoire sur la structure externe et interne et sur les affinités des animaux auxquels on a donné le nom de ver*. En *La Décade philosophique, littéraire et politique* 5 (40) (29 de mayo de 1795) 385–396
- *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*. 1797-1798
- *Leçons d'anatomie comparée*. 5 v. 1800-1805
- *Essais sur la géographie minéralogique des environs de Paris, avec une carte géognostique et des coupes de terrain*, con Alexandre Brongniart. 1811
- *Le Règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée*. 4 v. 1817
- *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes, où l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites*. 4 v. 1812 (texto en francés) 2 3 4
- *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des mollusques*. 1817
- *Éloges historiques des membres de l'Académie royale des sciences, lus dans les séances de l'Institut royal de France par M. Cuvier*. 3 v. 1819-1827 v. 1, v. 2 y v. 3 (texto en francés)
- *Théorie de la terre*. 1821
- ***Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*. 1825. Nueva edición: 1830, 1881, Christian Bourgeois, París, 1985**
- *Histoire des progrès des sciences naturelles depuis 1789 jusqu'à ce jour*. 5 v. 1826-1836
- *Histoire naturelle des poissons*. 11 v. 1828-1848, continuado por Achille Valenciennes
- *Histoire des sciences naturelles depuis leur origine jusqu'à nos jours, chez tous les peuples connus, professée au Collège de France*. 5 volúmenes, 1841-1845, editado, anotado, y publicado por Magdeleine de Saint-Agit
- Cuvier también colaboró en el *Dictionnaire des sciences naturelles*. 61 volúmenes, 1816-1845 y en la *Biographie universelle*. 45 volúmenes, iniciada en 1843 y no terminada.

La gran obra de Cuvier sobre paleontología, que le ha valido ser considerado el fundador de esta disciplina científica a caballo entre las ciencias de la Tierra y las ciencias de la vida es: *Recherches sur les ossements fossiles* y fue publicada en el año 1812.

La parte más conocida de esta obra enciclopédica es el llamado *Discours*. En principio, este texto era la introducción a *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupedes*. El título *Discours preliminar* que aparece en la primera edición (1812), cambia a *Discours sur la théorie de la Terre* en la segunda edición (1821-1824). Y posteriormente se denomina *Discours sur les révolutions de globe* en la tercera edición (1825-1826).

La enseñanza y el aprendizaje de la paleontología en AEPECT

Reconocer que los restos petrificados con aspecto de conchas de actuales eran restos de seres vivos del pasado, no fue una tarea fácil. En el año 2001, la revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, dedicó su volumen 9 número 2 al tema de “Los fósiles”. Se ofrecía más de una docena de artículos sobre el uso didáctico de los fósiles en la enseñanza de las ciencias de la Tierra. En especial, varios artículos constituyen el punto de partida de este trabajo (Ferreira, Marques y Roldao, 2001; Lamolda, 2001; Perejón, 2001; Sequeiros, 2001; Silván y Gil, 2001). Además de estos hemos publicado Pedrinaci, 1994; Sequeiros y Anguita, 2003.

Además de estos artículos, hemos publicado algunos más que pueden encontrarse en los índices de la AEPECT.

La enseñanza y el aprendizaje de los aspectos paleontológicos de las Ciencias de la Tierra comporta dificultades, como ya expresaron Ferreira, Marques y Roldao, (2001) y yo mismo en trabajos anteriores (Sequeiros y Martínez Urbano, 1990, 1992a, 1992b; 1998). Los obstáculos epistemológicos de los alumnos suelen ser persistentes y no es fácil provocar el cambio conceptual y metodológico. Pero hay un problema añadido que se encuentra en Georgette Cuvier: el conflicto no resuelto entre las preconcepciones religiosas y las imágenes del mundo impregnadas de ideologías religiosas frente a las imágenes científicas del mundo. En el caso de Cuvier subyace su adhesión irracional al diluvismo (que en su caso se convierte en diluvismo científico, como he mostrado en varias publicaciones (Sequeiros, 1990, 2002) y a la filosofía catastrofista, heredada del siglo XVIII.

Cuvier, al igual que muchos de los naturalistas de su tiempo, estaba convencido de que el conocimiento de los restos fósiles conduce a la aceptación de que las especies “desaparecen”, “se extinguen”. Y, como creyente se pregunta: “¿cómo un Dios, sabiduría infinita, ha “creado” especies que, con el tiempo, se extinguen, fracasan como seres vivos, como si su diseño fuera defectuoso.

Y aquí entra el Diluvio Universal bíblico como *Deus ex machina*, para explicar el aparente “fracaso” biológico de seres vivos del pasado: antes del Diluvio, existía una gran variedad de seres vivos. Cuando por el pecado humano Dios castiga a la humanidad – menos a Noé y su familia – construyen un Arca y en ella salvan de la destrucción una pareja de especies que se consideran buenas. Estas se salvan y todas las demás (a las que los naturalistas ya llaman “antediluvianas”) se ahogan y desaparecen sin remisión. Y sus restos quedan enterrados en el fango del fondo del inmenso océano purificador.

De esta manera, hasta nosotros solo han llegado las “postdiluvianas”, que son las actuales. Un problema añadido que se presenta a Cuvier (y que le valió violentos debates con

otros naturalistas, como Lamarck y Saint Hilaire) es si esas especies “posdiluvianas” cambian con el tiempo, si se extinguen y si son relevadas por otras.

El tema -tratado científicamente por Cuvier – sobre las “creaciones sucesivas” para explicar el reemplazamiento a lo largo del tiempo las especies “defectuosas” está presente en el *Discours* de Cuvier (del mismo modo que persiste en las mentes de muchos alumnos y ciudadanos). Y, por supuesto, la mente de Cuvier (al igual que la de miles de ciudadanos) es, no solo fijista, sino también creacionista, y les es muy difícil superarla.

Pero la lectura crítica del *Discours* de Cuvier puede llevarnos a movilizar concepciones del mundo tradicionales que no son sencillas de cambiar. Este es el objetivo didáctico de la lectura y debate de estos materiales que ponemos en manos de los profesores.

La dificultad de los estudiantes para integrar determinados conceptos geológicos es alta. Los que hemos sido profesores lo hemos experimentado. Contaré aquí, si me permiten, una anécdota personal. Hace años (en los años 90), acompañé a un grupo de alumnos de Secundaria al campo para hacer algunas observaciones geológicas en el Carbonífero marino de los alrededores de Córdoba, en Andalucía. Sus profesores les habían enseñado en el aula lo que es la sedimentación, cómo se forman las rocas, como se quedan fosilizados los restos de seres vivos del pasado y cómo se forman las cadenas montañosas.

Pues bien. Llegamos (los alumnos, sus profesores y yo) a un lugar a pocos kilómetros de Córdoba en el que un torrente había dejado un talud considerable en las pizarras del Carbonífero. Abajo, junto al río, encontramos en las capas horizontales diversos fósiles marinos del Carbonífero. Moluscos e incluso un trilobites. Subimos trabajosamente hacia la cumbre del monte por el talud. Allí unos 30 metros por encima del torrente, buscamos fósiles en las capas horizontales. Pregunté a los alumnos: ¿por qué allí abajo había fósiles marinos y aquí arriba no los hemos encontrado? La respuesta unánime: “porque aquí arriba no llegó el mar”.

Los profesores, sonrojados, se dieron cuenta de que los alumnos no habían aprendido la lección. En todo caso, había “memorizado” unas formulaciones de los libros, pero no habían asimilado los conceptos dinámicos. Y es que “construir” en la mente de los alumnos una adecuada imagen de los procesos de sedimentación y orogenia no son fáciles de elaborar. No es sencillo trabajar mentalmente con la lentitud y extensa dimensión espacial y temporal de los procesos geológicos.

Por ello, antes de acceder al *Discours* de Cuvier, conviene recordar los hitos históricos que llevaron a determinadas concepciones geológicas y paleontológicas.

La difícil interpretación de los restos fósiles

Georges Cuvier (1769-1832) fue un hombre muy culto. Su *Discours* (1825) del que celebramos los 200 años está plagado de citas eruditas de autores clásicos de donde debió beber y asimilar una determinada imagen del mundo que le permitió elaborar una Teoría de la Tierra.

Por ello, sus ideas paleontológicas están impregnadas de saberes clásicos. La historia de la paleontología recorre la historia de los esfuerzos para entender la historia de la vida en la

Tierra a través del estudio del registro fósil dejado por organismos vivos. Modernamente, como tiene muchas coincidencias metodológicas con la biología en la comprensión de los organismos vivos del pasado, la paleontología puede ser considerada como un campo de la biología (la Paleobiología), pero su desarrollo histórico ha estado estrechamente ligado a la geología y el esfuerzo para entender la historia de la Tierra misma.

En la antigüedad, Jenófanes (570-480 a. C.), Herodoto (484-425 a. C.) (muy citado por Cuvier), Eratóstenes (276-194 a. C.), y Estrabón (64 a. C.-24 d. C.) escribieron acerca de los fósiles de organismos marinos que indicaban que su tierra había estado alguna vez bajo el agua.

Durante la Edad Media, el naturalista persa Ibn Sina (conocido como Avicena en Europa) trató a los fósiles en su escrito *El libro de la curación* (1027), en el que propuso una teoría de los fluidos petrificantes que Alberto de Sajonia extendería en el siglo XVI. El naturalista chino Shen Kuo (1031-1095) (citado por Cuvier) propondría una teoría del cambio climático basado en evidencia de bambú petrificado.

Las ideas filosóficas de Platón, matizadas por el aristotelismo, perduraron durante toda la Edad Media incluso hasta avanzado el siglo XVIII, si bien siempre hubo algunas referencias al origen orgánico de los fósiles, como hizo Leonardo da Vinci (1452-1519), en un cuaderno inédito, que llegó a la conclusión de que algunas conchas marinas fósiles eran restos de moluscos. Sin embargo, los fósiles eran restos completos de especies de moluscos que se parecían mucho a las especies vivas, y por lo tanto eran fáciles de clasificar.

Como resultado del nuevo énfasis en la observación, clasificación y catalogación de la naturaleza, los filósofos naturales del siglo XVI en Europa comenzaron a establecer extensas colecciones de objetos fósiles (así como colecciones de especímenes de plantas y animales), que a menudo se almacenaban en gabinetes especialmente construidos para su apropiada organización. El médico y naturalista Conrad Gesner publicó en 1565 uno de los primeros tratados ilustrados sobre objetos fósiles: *De rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxime, figuris et similitudinibus liber*. Este trabajo supuso un importante avance por el hecho de separar los fósiles de apariencia orgánica de gemas y minerales, así como por el empleo de ilustraciones, si bien sobre su origen seguía apoyando las ideas aristotélicas y neoplatónicas.

También tenía una de las primeras descripciones detalladas de un gabinete y colección. La colección pertenecía a uno de los miembros de la extensa red de correspondientes que de la que Gesner obtenía información para sus trabajos. Este tipo de redes de correspondencia informales entre filósofos naturales y coleccionistas se volvió cada vez más importante en el transcurso del siglo XVI y fue precursor directo de las sociedades científicas que comenzarían a formarse en el siglo XVII.

Estas colecciones en gabinete y redes de correspondencia jugaron un papel importante en el desarrollo de la filosofía natural. Los adelantos técnicos de la ilustración desempeñaron en la historia de la paleontología un papel similar al de las mejoras en los instrumentos de medida en las ciencias físicas.

Sin embargo, la mayoría de los europeos del siglo XVI no reconocieron que los fósiles eran los restos de organismos vivos. La etimología de la palabra *fósil* proviene del latín

para *desenterrar*, *desenterrado*. En consecuencia, el término se aplica a una amplia variedad de objetos pétreos sin tener en cuenta si podrían tener un origen orgánico. Escritores del siglo XVI como Gesner y Georg Agricola estaban más interesados en la clasificación de este tipo de objetos por sus propiedades físicas y místicas que en la determinación de su origen.

Además, la filosofía natural del período animó a que se formularan explicaciones alternativas para el origen de los fósiles.

Tanto las escuelas aristotélicas y neoplatónicas proporcionaron apoyo a la idea de que los objetos pétreos pueden crecer dentro de la tierra para parecerse a los seres vivos. La filosofía neoplatónica sostuvo que podía haber afinidades entre los objetos vivos y no vivos que podrían causar que unos se parecieran otros. La escuela aristotélica sostuvo que las semillas de organismos vivos podrían introducirse bajo tierra y generar objetos parecidos a esos organismos.

En la Europa moderna, el estudio sistemático de los fósiles surgió como una parte integral de los cambios en la filosofía de la naturaleza que se produjeron durante la Edad de la Razón. La naturaleza de los fósiles y su relación con la vida en el pasado alcanzó mayor comprensión durante los siglos XVII y XVIII.

Al final del siglo XVIII, como veremos, será la obra de Georges Cuvier la que propició un largo debate acerca de la realidad de la extinción, las catástrofes, el Diluvio bíblico, el cambio biológico, lo que llevó al surgimiento de la paleontología asociada a la anatomía comparada como disciplina científica. El creciente conocimiento del registro fósil también jugó un papel creciente en el desarrollo de la geología, especialmente de la estratigrafía.

En 1822, el término «paleontología» fue acuñado por Henri Marie Ducrotay de Blainville (editor de la revista científica francesa *Journal de physique*) para referirse al estudio de los antiguos organismos vivos mediante fósiles, y durante la primera mitad del siglo XIX las actividades geológicas y paleontológicas se volvieron más organizadas con el crecimiento de sociedades y museos geológicos y con el número creciente de profesionales geólogos y especialistas en fósiles.

Este hecho contribuyó a un rápido aumento del conocimiento acerca de la historia de la vida en la Tierra, y a lograr un importante progreso hacia la definición de la escala temporal geológica basada en su mayoría en evidencia fósil. Dado que el conocimiento de la historia de la vida continuó mejorando, se hizo cada vez más evidente que existía algún tipo de orden sucesivo durante el desarrollo de la vida. Esta afirmación alentaría las teorías evolutivas tempranas sobre la transmutación de las especies.

Sobre estos temas menudeaban las opiniones más dispares: algunos veían en los fósiles unas creaciones del diablo, siempre interesado en inducir a los hombres al error, mientras que otros lo tenían por manifestaciones del poder divino. Así, todavía en 1766, un tal E. Bertrand escribía que los fósiles eran "piedras figurativas, enterradas bajo el suelo por Dios, que deseaba imprimir de este modo más armonía en sus obras, mayor correspondencia entre las cosas que están en las aguas y en la tierra y entre aquéllas que han de estar bajo tierra".

Durante la segunda mitad del siglo XVIII, las ideas antiguas, de inspiración aristotélica, sobre las piedras figuradas, van quedando desfasadas ante las nuevas evidencias. Se va a ir abriendo paso con celeridad una concepción elaborada del diluvismo que no podemos por menos de denominar "*paradigma diluvista*". El diluvismo científico, como conjunto de teorías explicativas del origen biológico de los fósiles acudiendo al Diluvio Universal se constituye como un paradigma de gran poder explicativo. Hay una construcción social de explicaciones racionales sobre la naturaleza de los fósiles, basada en observaciones y generalizaciones empíricas. Este paradigma abrirá la puerta, a final del siglo XVIII a unas teorías más elaboradas de la extinción de las especies.

Como se ha visto en el apartado anterior, la hipótesis del origen orgánico de los fósiles no era en modo alguno nueva: desde la antigüedad ya había sido defendida por autores tan distintos como Estrabón, Herodoto y Empédocles. Pero las ideas del "maestro" Aristóteles hicieron olvidar las de los demás naturalistas. Bien es verdad que Leonardo da Vinci, Palissy y Girolamo Frascatoro habían defendido el carácter biológico de la naturaleza de los fósiles. Pero no fueron escuchados.

Las primeras "teorías de la Tierra"

Pero se puede decir que la geología, como disciplina científica, se inicia a mediados del siglo XVII con la figura del médico y anatomista danés Nicolás Stensen (más conocido como Niels Stenon)¹⁸⁴. El *Prodromo* es una introducción a una gran obra que no realizó nunca en el que intenta una reconstrucción geológica de la región de Toscana. Para ello, propone una serie de "principios" que han pasado ya a la Geología, como es el *principio de superposición de los estratos*.

Por anatomía comparada, muestra que los dientes de los tiburones actuales son idénticos a las "glossopetras", por lo que defiende la naturaleza orgánica de éstas. Parece ser que encontró algunas dificultades para armonizar sus descubrimientos con la geología bíblica. En esos años se realizó su conversión al cristianismo, por lo que decidió dejar para siempre la investigación científica dedicándose desde entonces a la Teología.

Niels Stensen (Nicholas Stenon) (1638-1686) era danés y luterano. Pero se traslada a Italia, donde investiga los yacimientos de fósiles de la Toscana. Posteriormente se hizo católico en 1667 y llegó a ser Obispo de Münster y de Hamburgo. El Papa Juan Pablo II los beatificó el 23 de octubre de 1988 (ver *l'Observatore Romano*, 24 de octubre de 1989). Su obra más conocida es *De Solido intra Solidum Naturaliter Contento dissertationis prodromus* (Florenca, 1669). Ver: Ellenberger, F. (1989), op.cit., 194-218; Buffetaut, E. (1991), op.cit., pág. 53-54. Hay una excelente edición bilingüe de las obras de Stenon: Scherz, G. editor (1969) *Steno, Geological Papers*. Odense University Press, con una magnífica introducción y comentarios críticos a las obras de Steno. SEQUEIROS, L. (2005) ¿Qué podemos saber del pasado geológico de Riela? Nicolás Steno y los principios metodológicos de la geología. En: Gámez Vintaned edit. *La Cooperación Internacional en la Paleontología española. VIII Jornadas Aragonesas de Paleontología de Riela 2003*. Universidad de Zaragoza- Institución Fernando el Católico, publicación 2507, pág. 227-242. SEQUEIROS, L. (2003) Las raíces de la Geología.

Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio Universal. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 10(3) (2002), 217-244. SEQUEIROS, L. (2003) Traducción del Prodrómo de Steno. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 10(3) (2002), 245-283. SEQUEIROS, L. y PELAYO, F. (2011) Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio Universal. Publicaciones Universidad Comillas, Madrid.177 páginas. <http://www.libreriaproteo.com/libro-835835-NICOLAS-STENO-LOS-ESTRATOS-Y-EL-DILUVIO-UNIVERSAL-UN-ENCUENTRO-ENTRE-CIENCIA-Y-RELIGION-EN-E.html>

Las ideas de Colonna y Stenon sobre las glossopetras tuvieron cada vez más adeptos conforme finalizaba el siglo XVII. En terminología Kuhniana, el paradigma se iba consolidando al ser mantenido por una comunidad científica cada vez más numerosa. Algunos años después de la publicación del *Prodromus* de Stenon sobre la anatomía del tiburón, el pintor y naturalista siciliano Agostino Scilla (1639-1700) publicó un libro titulado *La Vana Speculazione disingannata dal Senso* (1670), en el que hacía uso del sentido común para combatir las falsas especulaciones, tan difundidas en la época, sobre el tema de los organismos marinos petrificados encontrados en tierra firme. En esta obra se oponía a la idea de que se hubieran formado por una *vis plastica* de la naturaleza. En su opinión no podían ser otra cosa que restos de seres vivos. Sus razonamientos se apoyaban en los fósiles terciarios del sur de Italia y de Malta.

Las teorías de la Tierra de los filósofos: Descartes y Leibniz

A Descartes y a Leibniz los conocía Georges Cuvier. Al filósofo Leibniz (1646-1716) se le conoce poco como creador de una de las *Teorías de la Tierra* que han existido. Su obra geológica fue escrita en 1690, pero permaneció inédita hasta 1749. Pero en vida publicó dos cortas notas, ricas y densas. La primera apareció en 1693 con el título *Protogaea* y gozó de una gran notoriedad. Esta Teoría de la Tierra resume su propia cosmología. La segunda nota es de 1710 y es más anecdótica. La obra geológica citada arriba, no publicada hasta 1749, estaba escrita en latín y tenía una traducción al alemán.

Leibniz recoge algunas ideas dispersas de Descartes, según el cual la Tierra es un astro incandescente enfriado. El modelo de una estrella apagada fue copiada más tarde por Buffon y los plutonistas y es criticada por Cuvier en el *Discours* (1825).

Para Leibniz, periódicamente hay inundaciones en la Tierra que van depositando poco a poco los distintos sedimentos. Desde esta perspectiva, el Diluvio bíblico queda prácticamente relegado al olvido. En estas inundaciones quedan enterrados seres vivos que pasan a petrificarse.

Desde su perspectiva de hombre muy religioso, Leibniz niega que los fósiles sean restos de organismos extinguidos. El buen Dios benevolente no puede permitir el fracaso biológico de las criaturas del pasado.

Las teorías de la Tierra de los naturalistas británicos

Al otro lado de Europa, en Inglaterra, la problemática sobre los fósiles inquietaba también a los filósofos naturales. Además, se habían establecido contactos entre los eruditos ingleses y los sabios que vivían en Italia. Se sabe que Stenon, durante una estancia en Montpellier, se había

encontrado con John Ray y Martin Lister, dos estudiosos que se interesaban por los fósiles. La misma *Royal Society* (fundada en 1660) proporcionó un foro de debate sobre estos temas.

Martin Lister (1639-1712), médico en York, había descrito numerosas conchas de fósiles, pero no creía en un origen orgánico sino en los efectos de la *vis plastica*. Robert Hooke (1635-1703), miembro eminente de la *Royal Society*, fue uno de los primeros en utilizar el microscopio para el estudio de los fósiles, y mantenía puntos de vista totalmente "modernos".

Un paso importante va a ser dado por John Ray (1627-1705), hombre muy sensible a las ideas "modernas" sobre los fósiles. Pero le llamó poderosamente la atención el hecho de que muchos fósiles (conchas y huesos) no parecían corresponder a seres vivos actuales. La hipótesis de que esos organismos estuviesen "extinguidos" le parecía escandalosa y contraria a la perfección de la creación y a una idea de Dios sabio que no podía permitir el "fracaso biológico" de los seres vivos. Esta objeción retrasó durante mucho tiempo la aceptación de que había especies *extinguidas*, concepto que fue imprescindible para el desarrollo de la Paleontología.

Para "salvar" las apariencias del problema, postulaba que esas especies aparentemente "extinguidas" no lo eran en realidad, sino que pervivían todavía en algún lugar remoto de la Tierra. John Ray quiso conciliar las ideas antiguas con las modernas. Para ello, creía ver en algunos fósiles (entre ellos los *ammonites*) simples productos naturales inorgánicos, y en otros fósiles restos petrificados de la vida pasada.

Los fósiles, restos del Diluvio: la consolidación del *paradigma diluvista*.

Las hipótesis diluvistas son muy antiguas, aunque hasta el siglo XVIII no forman parte del discurso de los filósofos naturales. Ya en 1282, el monje italiano Ristoro d'Arezzo había afirmado que las conchas fósiles encontradas en las montañas habían sido llevadas allí por las aguas del Diluvio.

En los siglos XVI y XVII las ideas del Diluvio (asociadas en parte a la Reforma religiosa) van a calar hondo en la conciencia moral de los ciudadanos. Los historiadores de la geología diferencian dos posturas: la postura del diluvismo "duro" (cuyo máximo representante es Martín Lutero) y el diluvismo "blando" (de Alessandro degli Alessandri). Lutero, en 1544, en su libro *In primum librum Mose enarrationes*, en el comentario a Génesis 2, 11 y 12, hace del Diluvio bíblico una catástrofe aniquiladora debido al pecado de los hombres. Dice, entre otras cosas: "[La tierra hoy] produce árboles, hierbas, etc., pero en comparación con la tierra aún no corrompida no son más que los restos miserables de las riquezas que tuvo la tierra establecida entonces".

El diluvismo "blando" de Alessandri es el que fue seguido por los naturalistas, viendo en un fenómeno acuático de alcance mundial el origen de los fósiles que hoy encontramos. En el siglo XVII, la lectura literal de la Biblia va a intentar buscar "concordismos" entre la teología y los datos de la naturaleza. Para ello, se apoyaron en los datos del Antiguo Testamento para presentar una cronología bíblica de los fenómenos geológicos. Así, James Ussher, obispo de Armagh, en Irlanda, pudo afirmar en 1654 que la tierra había sido creada el 26 de octubre del año 4004 antes de Jesucristo.

En el marco de la cronología bíblica (de la que Ussher es un ejemplo, pero no el único) el Diluvio bíblico va a comenzar a tener importancia para explicar el fenómeno de los fósiles y también la aparente "extinción" de ciertos organismos (como los *cuernos de Ammon*, los ammonites, que no tenían representantes actuales). Si se encontraban restos de organismos marinos en el interior de la Tierra o en la cima de las montañas, era porque habían sido transportados por las aguas del Diluvio bíblico, que habían cubierto incluso las altas montañas.

Desde este *paradigma emergente, el diluvista*, los fósiles y las rocas que los contenían habían sido formados por el Diluvio, por lo que no era necesario recurrir a la acción misteriosa de la *vis plastica* para explicarlos. El Diluvio se convertía así en un "deus ex machina" que tenía gran poder explicativo para el origen biológico de los fósiles y de las **extinciones** de fauna, sin tener que contradecir por ello a la Biblia ni a la Teología de la creación de una obra perfecta salida de las manos de Dios sabio y todopoderoso.

Visto así, *el paradigma diluvista* marcaba un avance significativo (una auténtica *revolución científica*) con respecto a aquellas explicaciones que no veían en los fósiles más que meros *juegos de la naturaleza*. Al menos, durante cierto tiempo, el Diluvio, considerado como el único y el mayor de los acontecimientos catastróficos del pasado remoto era suficiente para explicar muchas de las observaciones que se realizaban. Un conocimiento mejor de la naturaleza, reforzado por los fósiles, fue poniendo en evidencia a final del siglo XVIII las insuficiencias del paradigma diluvista. Pero aun así, muchos naturalistas siguieron viendo hasta finales del siglo XIX que el Diluvio era un acontecimiento geológico de gran importancia para explicar la extinción de las especies.

Hasta finales del siglo XVII, la explicación diluvista estuvo particularmente de moda entre los eruditos ingleses, la mayor parte de los cuales eran miembros de la *Royal Society*, que se interesaba mucho por la historia de la Tierra. Muchos de ellos elaboraron lo que se ha dado en llamar "Teorías de la Tierra"². Aquellas obras tenían como finalidad ofrecer una reconstrucción de la Historia antigua ("geológica", si nos adelantamos a la expresión) del globo terráqueo. Pero, por lo general, se trataba de simples especulaciones (tal vez, uno de los más eximios representantes de esta tendencia científico-imaginativa sea el jesuita Athanasius Kircher, al que dedicamos un espacio más adelante).

Estas especulaciones estaban basadas en una exégesis del libro del Génesis antes que de deducciones obtenidas de la observación rigurosa de la Naturaleza. Debido a su base bíblica, aquellos ensayos otorgaban, como es lógico, un gran espacio al Diluvio universal, que estaba considerado como el acontecimiento más importante de la Historia de la Tierra después de la Creación. Con estos autores está situado el marco epistemológico, científico, filosófico y teológico del que podría denominarse el *paradigma diluvista*, que tuvo un gran impacto e influencia en la construcción de las primeras Teorías de la Tierra.

² Ellenberger, F. (1994) *Histoire de la Géologie. II*. Vuivert, Paris, dedica una buena parte de este volumen (entre las páginas 12 a 68) a exponer diversas "Teorías de la Tierra", propuestas en el siglo XVII. También dedica mucho espacio a ello, Adams, F.D. (1938) *The Birth and Development of the Geological Sciences*. Dover, New York, sobre todo, páginas 329-488.

Pero haremos aquí un alto en el camino para presentar a varias figuras que, desde el mundo jesuítico y eclesiástico abordaron el problema del Diluvio.

El diluvismo en el siglo XVIII en España: el granadino franciscano Padre José Torrubia

Fray José Torrubia, un religioso franciscano, misionero y naturalista y viajero por todo el mundo nació en Granada en 1698. Torrubia es conocido, sobre todo, como autor de uno de los libros científicos más difundidos en el siglo XVIII: el *Aparato para la Historia Natural Española*, publicado con varias censuras previas en Madrid en 1754³. Las ideas de Torrubia sobre la naturaleza de los fósiles, sobre el Diluvio universal y sobre la existencia de los gigantes rompe con los esquemas tradicionales dominantes en su época. Nuestro autor defiende con ardor el origen animal de lo que los naturalistas denominaban "petrificaciones", "glossopetras" y "piedras figuradas", que interpretan como simples "juegos de la naturaleza", producidas por una "vis plastica" que brota de misteriosos fluidos subterráneos. Para fray José Torrubia esas petrificaciones son, sin dudar, los restos de los animales y plantas enterrados en el fango durante el Diluvio Universal⁴.

En las Ciencias Naturales, Torrubia coincide en el tiempo con el danés Nicolás Stensen (Stenon) (1638-1689), el sueco Karl Linneo (1707-1778) y sobre todo el francés Jean Louis Leclerc conde de Buffon (1707-1788). Posiblemente, tal como se deduce de su obra, Torrubia debió tener contacto en París con el círculo del gran naturalista. Sobre Torrubia debió ejercer también cierta influencia el geólogo Louis Bourget (1678-1742)⁵ que fue perseguido como protestante en Nimes. Sigue el sistema de Woodward y es autor del *Traité des Pétrifications* (1742) citado por Torrubia aunque ocultando su verdadero nombre, -como veremos- tal vez por temor a los censores eclesiásticos de su obra en unos años de especial virulencia antiprotestante.

³ J. TORRUBIA, *Aparato para la Historia Natural española*. Imprenta Gordejuela, Madrid, 1754. (Edición facsímil, Sociedad Española de Paleontología, 1994). Hay una traducción alemana de una parte del texto editada en 1773. J. VERNET. *Historia de la Ciencia española*. Instituto de España, Madrid, 1976, páginas 193-194, 250. L. SEQUEIROS, P. BERJILLOS, y otros, "Historia del conocimiento de los Ammonites del Jurásico de España: I. Los tiempos de José Torrubia (1754)". IV Congreso Geológico de España, Actas Sociedad Geológica de España, *Geogaceta*, 20 (6), 1413-1414, 1996.

⁴ F. PELAYO. "El Aparato para la Historia Natural Española de José Torrubia (1698-1761): diluvismo, gigantes y la naturaleza de los fósiles en el pensamiento español del siglo XVIII". En: J. TORRUBIA, (*op. cit.*) prólogo, pág. 3-45. 1994. / F. PELAYO, *Del Diluvio al Megaterio. Los orígenes de la Paleontología en España*. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, n1 16, CSIC, Madrid, 1996. GUTIÉRREZ MARCO, J.C., RÁBANO, I. y BOMBIN, M. "Piedras Geodes" y nódulos silúricos en el Aparato para la Historia Natural Española (1754) de José Torrubia. *Geogaceta, Sociedad Geológica de España*, 21, 1997, páginas 135-138.

⁵ F. ELLENBERGER. *Histoire de la Géologie*. Tomo 2, Edit. Lavoisier, París, 1994, páginas 132-134.

Lo que podemos aprender del "*Aparato para la Historia Natural Española*" de José Torrubia (1754)⁶

Los materiales geológicos recogidos durante sus viajes alrededor del mundo, unidos a sus numerosas observaciones personales y a la enciclopédica lectura de todo el saber de entonces sobre paleontología, permiten a Torrubia escribir la obra titulada *Aparato para la Historia Natural Española. Tomo Primero. Contiene muchas Dissertaciones Physicas, especialmente sobre el Diluvio. Resuelve el gran problema de la Transmigración de los Cuerpos Marinos, y su Petrificación en los más altos montes de España, donde recientemente se ha descubierto* (Madrid, 1754). Sin duda, es el primer tratado de paleontología escrito en España. Llama la atención el hecho de que el libro va precedido por dos aprobaciones, una censura y tres licencias religiosas. Esto da una idea del interés de Torrubia porque el libro se ajustara a la ortodoxia católica, pero también para buscarse apoyo entre los miembros de su Orden.

En la segunda mitad del *Aparato* (páginas 99-202), Torrubia discute acerca de las petrificaciones españolas, rebatiendo las diferentes hipótesis que habían sido recogidas en España por Feijoo, y postula y defiende el origen diluviano de los restos fósiles.

El siguiente texto puede ser significativo de su posición⁷ :

"Para establecer nuestra conclusión, se debe resolver ante todas las cosas, si hubo o no Diluvio, y de qué causas provino. No se extrañe la proposición. Los impíos dijeron, que no había Dios. Otros más impíos que ellos, que los creyeron, lo fingieron tan descuidado (interpretando sacrílegamente el texto de San Pablo: *Non essa Deo curam de bovis*, 1 Cor 9) que aseguraron, que Dios jamás pensó en cosas terrenas. Ese paso, que dio el ateísmo, lo adelanta cada día, en cierto modo, el *libre libertinaje*".

La figura de Torrubia debe situarse dentro del contexto cultural y científico de la Europa del XVIII, y de su permeabilidad a las ideas de modernidad emergentes. Sus interpretaciones de los fósiles denotan un conocimiento nada superficial de las corrientes más avanzadas entonces.

Torrubia critica duramente en el *Aparato para la Historia Natural Española* las interpretaciones que los autores anteriores hacen de las petrificaciones, y en especial sus críticas son muy duras con el benedictino Jerónimo Feijoo⁸. Feijoo, en su *Teatro Crítico Universal*, mantiene dos opiniones diferentes sobre los fósiles: una anterior a 1733 y otra con posterioridad a esta fecha. En su primera etapa, defiende que las conchas marinas y peces petrificados se formaron en antiguos mares que antes inundaban las tierras. Pero en páginas posteriores cambia de opinión: para él, la petrificación de los cuerpos se debe a que en la tierra hay un "jugo lapidífico", distinto en cada piedra, que surge en forma de vapores. El impulso del fuego interior

⁶ A.J. CAVANILLES, A.J. (1795-1797) *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*. Madrid. 1795-1797. Hay una reedición: J. M. CASAS edit. 2 Vol. CSIC, Zaragoza, 1958. A. MONTERO, *Las colecciones de invertebrados fósiles del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense, Madrid (inéd.) 1995. L. SOLÉ SABARÍS, "Raíces de la Geología española". *Mundo Científico*. Editorial Fontalba, Barcelona, vol.9, páginas 1018-1032, 1981.

⁷ J. TORRUBIA. *Aparato*, 1754, pág. 151.

⁸ F. PELAYO y A. GOMIS, Análisis de la metodología en la interpretación de los fósiles durante el siglo XVIII. En: *Actas I Simposio sobre Metodología de la Historia de las Ciencias*. Madrid, Octubre 1981, páginas 28-36; G. GARCIA GUARDIA, Acercamiento metodológico a J.Torrubia como biólogo. En: *Ibid.*, pág. 37-44.

de la tierra hacía elevar en breve tiempo unos vapores sutiles y misteriosos, capaces de petrificar todo lo que se hallase en la superficie.

Torrubia dedica una gran parte de su obra, casi un centenar de páginas, a rebatir las ideas de Feijoo. Critica el hecho de que el benedictino "pontifica" sin salir de su cuarto, basado solo en consideraciones filosóficas. Torrubia siempre defendió el método de observación "purgado al crisol de Bacon" como él mismo escribe.

Por otra parte, Feijoo creía en la fuerza de las aguas petrificantes y en los vapores lapidíficos. Torrubia argumenta con datos de observación sobre la fosilización debida a los humores del propio animal al morir, explicación que coincidía con las de Lancisi y Fortunato de Brescia⁹. Después de rebatir largamente las teorías de Feijoo sobre el origen de las petrificaciones, Torrubia expone sus ideas sobre el origen diluviano de los fósiles marinos en tierra:

"Estos cuerpos marinos, y los que se hallan en sitios, que no fueron antiguos senos del mar, montaron sobre la Tierra en tiempos del Diluvio. El efecto es universal, y es menester atribuirlo a una cierta causa de la naturaleza. Así se resuelve el problema sin violencia, sin ficciones, sin supuestos, sin milagros" ¹⁰

Torrubia es el primero que en España describe, figura e interpreta, dentro de un paradigma biológico, aunque diluvista, estos restos fósiles encontrados por él y que describe y figura por vez primera en el *Aparato*. Este texto es muy significativos, y en él Torrubia hace profesión del origen animal de las petrificaciones:

"Debemos, pues, concluir seriamente, que las *Conchas, Almejas, Caracoles, Erizos, Estrellas, Cornu Ammonis, Nautilus* y todos los demás Testáceos, y producciones marinas, que se hallan en nuestros montes con figura de tales, ni son juegos de la naturaleza, ni efectos del acaso, ni naturales producciones de la tierra sin vivientes dentro, como quiso Bonanni, sino real y verdaderamente tales, como las que en el distante mar se crían con su misma configuración, y habitantes"¹¹

Las hipótesis de la "degradación" de la Tierra como explicación científico-teológica de la extinción de las especies: el "*paradigma de la decadencia del mundo*".

Muchos estudiantes y muchos ciudadanos mantienen en su mente la idea de que el mundo va cada vez peor. Desde la época de la filosofía clásica griega se han enfrentado dos poderosas concepciones del mundo (también los denominamos, con matices diferenciadores, dos poderosos sistemas culturales, dos poderosos imaginarios sociales, dos poderosos paradigmas): una de ellas es optimista y la otra es pesimista. Ambas concepciones son totalizadoras de la realidad, y cooperan decisivamente en la construcción de los imaginarios simbólicos humanos. Estos inciden en las concepciones sobre el ser humano, la religión, el conocimiento y por ello de la vida sobre la Tierra. Ambas concepciones están muy arraigadas en el mundo clásico. Pero fue el

⁹ J. TORRUBIA. *Aparato*, pág.98; F. PELAYO, *op. cit.*, 1996, pág.203.

¹⁰ J. TORRUBIA. *Aparato*, pág. 150.

¹¹ J. TORRUBIA. *Aparato*, pág. 27-28.

pensamiento cristiano quien las alimentó.

La visión cristiana tradicional del mundo es necesariamente optimista. Según la teología católica, si el mundo ha sido "diseñado" por el Creador para morada de los humanos, es natural que sea "bueno" (Génesis 1,4; 1,10; 1,12; 1,18; 1,22; 1,25; 1,31...), bello y apto para la vida humana. E incluso para algunos, como Leibniz, el mejor de los mundos posibles. La aceptación de un plan diseñado por el mismo Dios, de la teleología y de una visión optimista eran así aspectos generalmente entrelazados.

Pero ésta no era la única interpretación posible. Existía también junto a ella -y frente a ella- una visión pesimista. Según esta concepción del mundo, la Tierra y la humanidad, salidas perfectas de las manos de Dios, estaban sometidas a una profunda decadencia o degradación. La entrada del pecado original destruyó el orden establecido por Dios y el mundo inició un camino descendente. La concepción pesimista, sobre todo, constituyó y constituye un paradigma global de interpretación del mundo que servirá de hilo conductor para explicar el fracaso de las especies biológicas, nacidas perfectas de las manos de Dios.

La concepción optimista del mundo y la ideología del progreso

La concepción optimista del mundo se asienta en la convicción interior de la bondad del Creador y en su infinita sabiduría. Desde esta convicción, si el mundo había sido creado "a imagen y semejanza del Creador", todas las perfecciones divinas se podían atribuir al mundo creado por Él como resultado de un plan bien diseñado. Esta visión optimista la tuvieron los cristianos desde los primeros tiempos, y se apoyaba en definitiva en las mismas palabras del Génesis en que se refiere la reiterada satisfacción de Dios con su obra: "Y vio Dios que todo era bueno"¹².

Desde este punto de vista, no podía haber cambios en los planes de Dios, lo que hacía imposible la decadencia y la corrupción. San Pablo fue un decidido propagador de una concepción optimista del mundo, cuando afirmaba que las criaturas habían sido "liberadas de la servidumbre de la corrupción para participar en libertad de la gloria de Dios"¹³.

La concepción optimista no escamoteaba la existencia del pecado. Este dio lugar a que la Tierra perdiera una de sus primitivas perfecciones, pero a pesar de ello, ésta seguía siendo una buena morada para la humanidad.

La concepción optimista del mundo constituyó una vigorosa línea de pensamiento filosófico, teológico y científico que alcanza cimas excelsas en el siglo XIII en la obra de San Alberto Magno y Santo Tomás de Aquino. Este insistió una y otra vez en la belleza y la bondad de la naturaleza y convirtió la reflexión sobre ésta precisamente en una de las "vías" racionales para demostrar la existencia de Dios que gobierna y dirige al mundo. Si la naturaleza refleja la gloria, la sabiduría y la bondad del Creador -argumenta Santo Tomás - no puede estar afectada por el pecado y ha de ser, necesariamente, también buena. El pecado del hombre no habría suprimido o menoscabado los atributos de la Tierra, sino que simplemente habría disminuido el

¹² Génesis 1,31.

poder del hombre sobre la naturaleza, con lo que aquél habría perdido la capacidad de usar todas las plantas o animales a su antojo¹⁴.

La confianza en la bondad y perfección del plan divino de la Creación, y la visión optimista asociada a ella, implicaba también normalmente una concepción optimista de la historia humana. En este sentido esta actitud se encuentra íntimamente ligada a la idea de "progreso"¹⁵. El ser humano, en esta perspectiva, dueño y señor de la creación, podía ayudar con sus obras a la perfección y embellecimiento de la Creación. Por ello, el desarrollo de la humanidad aparece como una necesidad histórica asociada al despliegue (desarrollo) del plan divino y con la voluntad redentora de Cristo. Ya veremos, en el capítulo 13, cómo ese señorío del hombre sobre la Creación ha llevado a un problema ecológico mundial irreversible.

La concepción pesimista del mundo y la idea de decadencia

Junto a la concepción optimista de la naturaleza y de la sociedad existe otra concepción pesimista que destaca la idea de decadencia y degradación. Aquí vamos a reencontrarnos con las explicaciones sobre la extinción de las especies biológicas.

Las raíces de la concepción pesimista del mundo son diversas. Unas se remontan a la época clásica y tienen que ver con el mito de la Edad de Oro y con las implicaciones de la metáfora organicista. Otras están ligadas a las disputas teológicas de los primeros tiempos del cristianismo.

El mito de la antigua Edad de Oro, perdida para los humanos por la voluntad de los dioses, es uno de los filones más ricos en la literatura y en el pensamiento clásicos. Este mito, según el cual una primitiva Edad de Oro o "*estado de naturaleza*" fue sustituida sucesivamente por una Edad de Plata, de Bronce y de Hierro, pone su acento en la decadencia moral de la humanidad y ofrece, por ello, una visión pesimista de la Historia¹⁶. Esta visión pesimista del mundo pudo verse reforzada por la emergencia intermitente de la tradición organicista¹⁷. La aceptación de la correspondencia profunda entre Macrocosmos y microcosmos permitía desde la antigüedad una reflexión analógica sobre uno y otro mundo. De ello se ha tratado antes a propósito de Athanasius Kircher.

El organicismo conducía a comparar a la Tierra con un organismo vivo en el que existe una circulación semejante a la de la sangre (los ríos, por ejemplo), la respiración (que puede provocar terremotos), y una digestión de las rocas (por canales de fuego). Pero los organismos no

¹³ Romanos 8, 20-21.

¹⁴ Glacken (1967) *Huellas en las playas de Rodas*. Ediciones del Serbal, Barcelona, pág. 236

¹⁵ Para una profundización en las raíces religiosas, filosóficas y culturales de la idea de "progreso", se pueden consultar dos obras consideradas "clásicas": Bury, J.B. (1971) *La idea de progreso*. (traducción de la primera edición inglesa de 1920). Alianza Editorial, Madrid, 323, 325 pág.; Nisbet, R. (1981) *Historia de la idea de progreso*. Gedisa, Barcelona, 494 pág. Para una crítica de la idea del progreso científico desde una perspectiva pragmática: Laudan, Larry (1986) *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*. Edic. Encuentro, Madrid, 295 pág.

¹⁶ Más datos en Capel, H. (1985) op.cit., pág. 46.

¹⁷ Ver: Kearney, H. (1970) op.cit. También en el capítulo 12 de este trabajo.

sólo nacen y crecen. También envejecen y mueren. La idea de que la Tierra (con todo lo que contiene) se dirige hacia su muerte estaba ya presente el Epicuro y en el bello poema de Lucrecio, *De Natura*.

Las corrientes pesimistas del pensamiento clásico pudieron ser fácilmente incorporadas dentro de una línea "purista" y "moralista" de las filosofías estoicas y helenistas. Para ellos, sólo la "virtud" salva a hombre de su destrucción¹⁸. Lo esencial de esta concepción pesimista del mundo es que iba unida a la idea de que se incrementaba también el pecado y el mal, lo que hace cada vez más indispensable el castigo para la humanidad. Los milenarismos, siempre presentes, ha sido campo abonado para la extensión de esta cultura.

En la Europa del Renacimiento el tema del pecado y la decadencia del mundo tuvo una gran difusión, probablemente en relación con la Reforma. En muchas partes de Europa aparecen en el siglo XVI obras en las que se resalta la decadencia del mundo con argumentos muy diversos. Ya en el siglo XVII, un autor inglés, George Hakewill, afirmaba en 1627 que la "opinión sobre la decadencia del mundo está tan generalmente aceptada no sólo entre el vulgo, sino entre los letrados, entre los eclesiásticos y los otros que su carácter común la mezcla con otra sin mayor examen"¹⁹.

La idea de la decadencia del mundo impregna todo el debate que se desarrolló en el siglo XVIII sobre la existencia de los gigantes y del cual se ha tratado más ampliamente en el apartado 4 de este trabajo.

Degeneración del género humano y decadencia del mundo

La visión pesimista del mundo está presente también en la epistemología oculta de muchos filósofos naturales del siglo XVII que consideran que, desde el pecado original, el género humano y toda la naturaleza creada han ido derivando hacia situaciones más decadentes y degeneradas. A finales de siglo, la tesis de la decadencia de la Tierra tras el Diluvio universal se formula de manera explícita y se postula como "verdad científica" experimentalmente comprobada. Para los autores que la defienden, la Tierra postdiluviana está sometida a un proceso de decadencia que le lleva lenta pero imparablemente a un estado de ruina.

Fue en Gran Bretaña y en Europa continental donde más claramente se elaboran, entre 1680 y 1710 las ideas que darán lugar al *paradigma de la decadencia* de la Tierra, debido a los efectos punitivos del Diluvio. Este pasa a ser el inicio de un proceso irreversible de ruina y destrucción.

Ya se expresó en el capítulo anterior que el debate sobre el Diluvio se convirtió en un problema científico de primera magnitud. Pero ahora se añade un factor más: el Diluvio es el inicio de un proceso irreversible de decadencia, ruina y destrucción de la Tierra debido a los

¹⁸ Desde el punto de vista teológico, ver: J.M. Castillo (1999) *El reino de Dios*. Desclée, Bilbao, sobre todo, capítulo II: "Helenismo en el cristianismo" pág. 301-340 donde se aborda el influjo de las ideas neoplatónicas, estoicas y judaicas sobre el cristianismo primitivo.

¹⁹ Hakewill, G. (1627) *Apologie, or Declaration of the Power and Providence of God in the Government of the World*. Citado por Capel,h. (1985), op.cit., pág. 51.

pecados que cometidos por los hombres se derraman a la Creación entera.

Desde este punto de vista, la desaparición de especies biológicas (tal como atestiguan los fósiles) no es solo un proceso ligado al Diluvio universal. A esta concepción se añade a creencia de que la decadencia y degeneración de toda la naturaleza conduce también a que determinados animales y plantas sean víctimas del proceso de destrucción paulatina del mundo.

De este modo, se salva uno de los problemas que algunos naturalistas observaban: la desaparición de especies en épocas postdiluvianas, como sucederá con el descubrimiento de los restos de grandes Mamuts²⁴⁰. En Gran Bretaña, el deseo de conciliar la Biblia y las nuevas teorías sobre la Tierra originadas por la revolución científica, dio lugar en las últimas décadas del siglo XVII a varias interpretaciones "racionales" del relato bíblico, las cuales tuvieron una gran trascendencia en la Europa del siglo XVIII.

Los filósofos y teólogos naturales de la *decadencia*

En Inglaterra y en Europa, las ideas de la *degradación, decadencia y ruina* del mundo tras el Diluvio estuvieron presentes en los trabajos de los filósofos naturales (sobre todo, estudiosos de los fósiles, considerados ahora vestigios de la ruina) que proyectaron sus ideas teológicas sobre el estudio de la naturaleza.

En especial, las ideas de Burnett y Woodward tuvieron mucha influencia sobre los naturalistas del continente europeo.

La Teoría Sacra de la Tierra (1681) de Thomas Burnett

Una de las síntesis más influyentes es obra del clérigo **Thomas Burnett**²⁴¹, que escribe en latín su "*Telluris Theoria Sacra (Teoría Sacra de la Tierra)*", publicada en 1681, cuyo título ya es revelador. En ella describe (y expresa en una conocida lámina que ya se ha hecho clásica y que se reproduce en la figura 22), un cosmos presidido por el Pantocrator, alrededor del cual se organizan varias etapas del mundo.

Bajo el indispensable marco de querubines (dada la época barroca de Burnet), aparece la figura de Jesucristo glorioso, en lo alto de un círculo de esferas. Su pie izquierdo se asienta sobre el inicio, y el derecho sobre la culminación de la historia de nuestro planeta. Es un esquema "circular" del tiempo, en el que todo empieza y termina. Sobre la cabeza del Pantocrator se muestra la frase "*Yo soy el Alfa y la Omega*" (el principio y el fin).

Siguiendo las convenciones de los relojeros y de la escatología (con los malos días del pasado, lado izquierdo de la divinidad, anteriores a la salvación) la historia se mueve siguiendo la dirección de las agujas del reloj, de medianoche a mediodía.

En primer lugar, se presenta (bajo el pie izquierdo de Cristo) el caótico planeta original

²⁴⁰ Cohen, C. (1994) *Le destin du Mammouth*. Seuil, París, 348 pág.

²⁴¹ Sobre la interesante figura científico-teológica de Thomas Burnett, pueden consultarse: Gould, S.J. (1992) *La flecha del Tiempo, Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Alianza Universidad, Madrid, páginas 39-78; Ellenberger, F. (1994) op.cit., páginas 115-116; Capel, H. (1985) *La física sagrada. Creencias religiosas y teorías científicas en los orígenes de la Geomorfología española*. Ediciones del Serbal, Barcelona, 223 páginas. Rudwick, M.J.S. (1987) *El significado de los fósiles*. Blume, páginas 111-120.

"vacío y sin forma", una jungla de partículas y oscuridad en la superficie de los profundo. A continuación, después de la resolución del caos en una serie de capas uniformes y concéntricas, se ve la tierra perfecta del Edén, con su paraíso original, una esfera uniforme y lisa.

Pero llega el momento de castigar nuestros pecados con el Diluvio, y la tierra aparece sumergida en una total inundación. En la imagen se ha dibujado la pequeña nave de Noé navegando sobre las aguas. Entonces se retiran las aguas, dejando agrietada la corteza terrestre de nuestro planeta tal como se presenta actualmente, "un quebrado y confuso montón de estructuras".

En los tiempos futuros, tal como anunciaron los profetas, la Tierra será consumida por el fuego; de nuevo será lisa y uniforme, por su degradación en hollín y cenizas se recuperará la perfección concéntrica. Cristo, con sus santos resucitados, reinará sobre esta nueva esfera ("el cielo nuevo y la tierra nueva" del Apocalipsis) durante miles de años hasta que, finalmente, después de la última batalla victoriosa contra las fuerzas del diablo, el juicio final designará a cada cuerpo bajar a su lugar adecuado. Los justos ascenderán al cielo, y la Tierra (bajo el pie derecho de Cristo), no necesaria por más tiempo como morada humana, se convertirá en una estrella.

Burnett llegó a esta formulación teórica a partir de un problema planteado por la aceptación del relato bíblico. Se trata de los siguiente: admitir que la inundación del Diluvio cubría toda la Tierra, obligaba a plantearse la cuestión del origen de todas esas aguas, ya que según sus cálculos, para cubrir toda la Tierra haría falta una cantidad ocho veces superior a la de los océanos. Si la explicación debía ser racional (sin acudir a milagros) la única solución era considerar que antes del Diluvio la Tierra era lisa, sin montes ni valles. Así se llegó a la tesis de un globo prediluvial sin montañas.

A partir de esta conclusión, Burnet propuso una interpretación racional de las etapas de formación del mundo, desde la creación, una interpretación en la que tuvieran cabida ideas científicas modernas, como la de la gravedad newtoniana.

El mundo, según Burnet, se formó a partir del caos primitivo, transformado por voluntad de Dios. Estos elementos y la aceptación del fuego interior kircheriano explican una estructura en capas concéntricas para el globo terrestre. Al inicio, pues, la Tierra es totalmente lisa, sin montañas ni océanos. El Diluvio habría sido el resultado de una fractura y de un desmoronamiento de la corteza exterior de la Tierra, con lo que se habrían liberado grandes masas de agua, que anteriormente habrían sido subterráneas.

El relato y la interpretación de Burnett (1680) sobre la historia de la Tierra encarna a la perfección la flecha del tiempo²⁴². Se trata de una amplia y apoteósica narración acerca de las secuencias específicas de estadios con un principio concreto y definido, una clara trayectoria y un final particular. Las esferas están dispuestas en círculo y no en línea; y la figura de Cristo, la

²⁴² Mc Intyre, D.B. (1970) James Hutton y la filosofía de la Geología. En: Albritton, C.C. Jr.: *La filosofía de la Geología*. CECSA, México, pág.11-24; Gould, S.J. (1992) *La flecha del Tiempo. Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Alianza Universidad. Madrid, pág. 39-77; Coveney, P. y Highfield, R. (1992) *La flecha del tiempo. La organización del desorden*. Plaza y Janés, Barcelona, 488 pág.

Palabra de Dios que estuvo con Dios desde el principio de la creación, se sitúa a caballo entre el inicio y la culminación.

También cabe destacar la simetría de los acontecimientos: el planeta actual está colocado en el centro, entre los dos flancos simétricos. Las figuras del planeta perfecto (liso y esférico) aparecen a ambos lados de un plano medio. En otras palabras: Burnet expone su narrativa (la flecha del tiempo) en el contexto del ciclo del tiempo: una eterna presencia divina en lo alto, una disposición regular de las esferas que empiezan y terminan en inmanencia, y un complejo juego de correspondencias entre nuestro pasado y nuestro futuro.

Burnet consideró el Diluvio como el centro de su programa metodológico. La *Theoria Sacra*, así pues, no camina en un orden cosmológico, sino que se mueve desde el Diluvio al Paraíso. Las aguas inundaron la Tierra porque la superficie de ésta se rompió como una cáscara de huevo, y dejó salir al agua interior. Esta interpretación del Diluvio permitió a Burnet especificar los estadios anteriores y posteriores. Desde el Diluvio no ha vuelto a suceder nada importante, únicamente una erosión sin consecuencias para la topografía postdiluviana. La geología de Burnet carecía de una teoría de "reparación". Los procesos normales del tiempo deben seguir los dictados de Isaías 40, y erosionar las montañas hasta llenar los valles, para allanar y nivelar la superficie.

Así pues, la superficie actual de la Tierra fue forjada por el Diluvio. Y después de todo esto no es más que la gigantesca ruina de los fragmentos rotos de la corteza original. Las cuencas de los océanos son huecos que quedaron entre los fragmentos, y las cordilleras son los bordes de los fragmentos de corteza.

Todas las metáforas y descripciones de Burnet registran su opinión de que nuestro planeta actual no es más que la consecuencia de una destrucción: "una horrible ruina", "un quebrado y confuso montón de escombros", "un pequeño y mugriento planeta".

El calor del fuego central (idea tomada de Kircher) provocó la expansión de los vapores de agua en el interior, los cuales rompen la corteza lisa exterior. La corteza rota da lugar a las montañas (entendidas como ruina de la corteza inicial). Las montañas son la ruina de la Tierra tras el Diluvio. Por otra parte, según esta concepción, los fósiles no podían ser los restos de animales que hubiesen vivido en un Océano "antediluviano"²⁴³, ya que no había mares sobre la superficie de la Tierra original.

John Woodward y su *Essay toward a Natural History of the Earth* (1695)

Para **John Woodward** (1665-1728), que es el autor del *Essay toward a Natural History of the Earth*, publicada en 1695, por el contrario, los fósiles eran, desde luego, los restos de animales "antediluvianos". Según este autor, en el momento del Diluvio todas las materias sólidas, incluyendo los restos de los seres vivientes, se encontraban en el agua en estado de suspensión, después de lo cual fueron depositándose conforme al orden establecido por sus respectivos pesos específicos (los más pesados, se hundirían en el fango y los más ligeros

²⁴³ Esta palabra "antediluviano" tuvo gran éxito, de modo que todavía hoy hay gente y libros que hablan de animales "antediluvianos" (anteriores al Diluvio).

quedarían en la superficie del fondo) formando "capas" o lechos donde se encuentran hoy petrificados. Pero todos los estratos son de la misma época: el Diluvio universal. Esta concepción tuvo mucha influencia en la geología bíblica del siglo XVIII, y supuso un obstáculo epistemológico muy poderoso para construir una escala de tiempo geológico basadas en el registro fósil. También es muy importante para entender el significado de las extinciones de especies, como ya veremos más adelante.

Woodward, de origen modesto, llegó a ser encargado de Física en el Grasham College de Londres, pese a su carácter excéntrico y vanidoso. Se interesó por la medicina, la arqueología y la fisiología vegetal.

Desde el punto de vista de su concepción de la Tierra, rompe con el esquema de Descartes y maximaliza hasta el extremo los efectos supuestos del Diluvio. Pero lo que se ha dado en llamar su "metamorfosis diluviana" es de otra naturaleza.

El se reclamó siempre defensor de la nueva filosofía baconiana²⁴⁴. El título de su primera obra (la citada por Torrúbia) es significativo: *An Essay toward a Natural History of the Earth: and Terrestrial Bodies, Especially Minerals...* etc. y añade: "*With a Account of the Universal Deluge: and of the Effects that it had upon the Earth*".

En el pensamiento de Woodward, el Diluvio no es el acontecimiento central. Esta idea estará desarrollada más adelante en una obra publicada entre 1726 y 1727 (con 560 páginas en folio) titulada "*An Attempt towards a Natural History of the Fossils of England*". Es un catálogo de su inmensa colección y que, por un singular privilegio, se conserva casi entera en Cambridge²⁴⁵. Esta colección comprende 6.800 ejemplares británicos, más de 2.500 ejemplares extranjeros (entre ellos, la colección de Scilla, al que citamos en el capítulo 7, y que Woodward adquirió en 1707).

Los puntos esenciales de su Teoría de la Tierra (y por ello, sus ideas sobre las extinciones de especies biológicas en el pasado) son: a) los fósiles tienen un origen natural (no son *pedras figuradas* ni *glossopetras*). b) los fósiles se han acumulado en el Diluvio. c) La estructura interna del globo explica perfectamente el origen de las aguas del Diluvio. d) Después del Diluvio todo ha sido degradación y destrucción.

El *Essay* de Woodward tuvo una gran difusión por Europa. Se hicieron reediciones en inglés en 1702 y 1723; una traducción al latín en 1704, hecha por J.J. Scheuchzer; una traducción al francés en 1735, al italiano y al alemán.

Buffon no pudo por menos que analizar el sistema de Woodward y critica que pueda ser posible desde el punto de vista físico.

El globo terrestre de Woodward es hueco, enteramente lleno por el Gran Abismo líquido. Para él, la Tierra antes del Diluvio debía ser parecido al de hoy. Por una intervención sobrenatural, la masa de las tierras sufrió una "disolución", por la que todas las rocas se redujeron

²⁴⁴ Ver Sequeiros, L. (1999) La epistemología oculta de los paleontólogos. Los fósiles bajo "el crisol de Bacon". *Temas Geológico-Mineros*, ITGE., Madrid, 26, pág. 36-43. El mismo Torrúbia cita en varias ocasiones los trabajos de Woodward para afirmar sus tesis diluvianas. Pero no comparte con él el modelo "degenerado" de la Tierra.

²⁴⁵ Price, D. (1989). John Woodward and a surviving British geological collection from the early eighteenth century. *Journ. of the History of Collections*, Londres, I, pág. 79-95.

a corpúsculos que quedaron en suspensión en las aguas. Pero, sin embargo, las conchas y otros restos de organismos resistieron al proceso.

Al cesar el castigo divino, las partículas disueltas en el agua y las conchas fueron cayendo al fondo del mar. Primero, las más grandes y pesadas y luego las más pequeñas y livianas. De este modo, toda la Tierra se cubrió de sedimentos dispuestos en capas concéntricas. Una vez solidificados, los estratos se han roto y dislocado, hundidos aquí y levantados allá. Woodward no explica que fuerzas hicieron este estropicio. Desde entonces, la Tierra no ha hecho más que degradarse y erosionarse pero este proceso es tan lento que apenas ha dejado huellas apreciables.

De acuerdo con las teorías de tipo de las de Woodward, los fósiles serían así preciosos "testigos" del Diluvio, que testimoniarían, si fuera preciso, la realidad de este fenómeno capital, tanto desde el punto de vista religioso como desde el punto de vista científico.

Pero su amplio conocimiento de los fósiles recogidos en sus colecciones le obligaba a dar alguna explicación al hecho de que había fósiles son representantes actuales: los *cuernos de Ammón*, tan abundantes en sus vitrinas, ya no existen. ¿Cómo explicar su extinción? Este problema no le preocupaba: considerando lo poco que se sabe de las faunas de aguas abisales, resulta "muy razonable", concluía, "que no existe especie alguna de animales con concha que haya existido y hoy haya perecido".

La física sagrada y las ruinas del Diluvio en Francia, Suiza y España

La tesis de la ruina de la Tierra debido al Diluvio no apareció solamente en Inglaterra. En el continente, muchos naturalistas protestantes fervorosos vieron aquí una confirmación científica de la lectura fundamentalista de la Escritura. Entre ellos sobresalen tres figuras que tendrán mucho influjo en la construcción de un "preparadigma" geológico en el siglo XVIII: los hermanos suizos germanófonos Johan Jakob Scheuchzer (1672-1733) y Johann Scheuchzer (1684-1738) y el francés de familia hugonote Louis Bourget (1678-1742)²⁴⁶. De ellos, el más interesante para este trabajo es el primero de ellos. Ellos son los que van a elaborar lo que se ha dado en llamar una "**Física Sacra**" o **Historia Natural de la Biblia**, una visión racional, científica de la Tierra, sin acudir a razones sobrenaturales.

Uno de los más entusiastas defensores de la visión de Woodward fue el médico de Zürich **Johan Jakob Scheuchzer**, muy citado por Cuvier en el *Discours* (1825). Después de cursar estudios en la Academia de Altdorf, en el norte de Baviera, hizo el doctorado en la Universidad de Utrecht (Holanda) para volver después a Zürich en el año 1694, donde ejerció la medicina. Scheuchzer era un hombre curioso por naturaleza y realizó numerosas excursiones por los Alpes suizos. Fue un entusiasta coleccionista de fósiles. Después de no haber creído en el origen orgánico de los mismos, cambió completamente de opinión tras la lectura de la obra de Woodward, que él mismo tradujo al latín. A la luz de las teorías de Woodward, la vasta colección de fósiles acumulada por Scheuchzer adquiriría un valor nuevo: si los fósiles eran realmente los restos de seres vivientes enterrados en las capas de sedimentos durante el Diluvio, se convertían

²⁴⁶ Sobre estos tres filósofos y teólogos naturales, ver: Ellenberger, F. (1994) op.cit., pág.124-134.

en testigos irrefutables de la veracidad de la Sagrada Escritura, con lo que no se podía poner en tela de juicio el hecho de que el entusiasmo paleontológico del médico de Zürich tuviera motivos religiosos.

La primera relación de sus fósiles (*Piscium querellae et vindiciae...*) fue publicada en el año 1708. En este libro los peces se quejan de su suerte al morir en el Diluvio universal, que desnaturalizó las aguas de los mares, y otros murieron cuando se retiraron las aguas del Diluvio a su lugar actual. Por tanto, Scheuchzer reconoce el hecho de la extinción y desde el punto de vista teológico los considera víctimas de un Diluvio enviado como castigo de los pecados de los hombres. Queda, pues, a salvo la sabiduría de un Dios creador. A este trabajo sobre peces siguió otro sobre plantas e insectos destruidas por el Diluvio: el *Herbarium diluvianum...*, publicado en el año 1709.

Con posterioridad, publica un amplio catálogo bien ilustrado de sus colecciones: el llamado *Musaeum Diluvianum*, publicado en 1716. Este es un Catálogo metódico de 1.500 objetos naturales, de los cuales 528 son de Suiza. Entre ellos describe un total de 149 "cuernos de Ammon"²⁴⁷. Tras estos vinieron otros dos trabajos: *Helvetiae Stoicheiographia....en 3 volúmenes*, publicados entre 1716 y 1718. En el tomo III retoma las descripciones y figuras del *Musaeum Diluvianum*.

Pero Scheuchzer no era un diluvista convencional. Sigue las ideas de Burnet y debe incorporarse a los seguidores del **paradigma de la degradación** de la Tierra tras el Diluvio. Para él, la disposición de las montañas actuales no se debe al azar; necesitan un arquitecto que las dispusiera. "Las leyes mecánicas de la Naturaleza no bastaban aquí. Ha sido necesaria una fuerza divina como en la primera creación de la Tierra" -escribe. Posteriormente, los ríos y los mares van desgastando esas montañas dispuestas por Dios. En la interpretación de Scheuchzer, la Tierra se convierte así en una ruina y "todas las rocas dan testimonio del Diluvio".

Su hermano Johann Scheuchzer orientó sus investigaciones geológicas en otra dirección. Estaba interesado en la formación de la montañas. Desde este punto de vista, intuyó muchos elementos de la tectónica alpina y nos legó unas preciosas láminas descriptivas de las rocas retorcidas, en las que los pliegues, fallas y estructuras tectónicas eran bien visibles. Impregnado por el imaginario social de la **degradación** de la Tierra, maldita por Dios tras el pecado original, interpreta esas estructuras como consecuencia de la ruptura de la corteza de la Tierra en el Diluvio²⁴⁸.

También llamó su atención de naturalista el hecho de la erosión de las montañas relacionándola con las variaciones del nivel del mar. Respecto a la erosión, J.Scheuchzer piensa que la caída incesante de piedras desde las cumbres al valle provoca en las montañas una disminución de su altura. La consecuencia final, sería el arrasamiento de todas las cordilleras, el

²⁴⁷ Citado y figurado por Sequeiros, L. y otros (1998) Historia del conocimiento de los Ammonites (Moluscos fósiles) del Jurásico de España. *Llull, Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, Zaragoza, vol.20, n1 40, pág. 517-545.

²⁴⁸ Ver el excelente estudio de Adams, F.D.: *The birth and development of the Geological Sciences*. Dover Publicat., New York (1938), 506 páginas. También se encuentran datos en Ellenberger, F. (1994) op.cit.

fin de los ríos y consiguientemente la destrucción de la vida.

Por otro lado, esas rocas arrancadas de las cumbres son arrastradas por los arroyos a los ríos y por éstos hasta el mar. Con lo cual el océano se va "colmantando" y produce la elevación de las aguas marinas y la inundación paulatina de las tierras. Pero esto no ocurre - concluye - porque las "cavernas" subterráneas absorben el agua sobrante de los mares.

El paradigma de la *degradación* de la Tierra en España

En el siglo XVII algunos autores españoles se atreven a dar un paso mas adelante de la consideración del Diluvio universal como castigo a la maldad de los hombres. Poco a poco irá emergiendo otra consideración del mundo que se presenta como un paradigma alternativo al Diluvismo clásico. Defendían la diferente configuración de la Tierra antes y después del Diluvio. Es más: después del Diluvio la Tierra se ha sumido en un proceso de degradación y decadencia en el que nos encontramos. Al que denominamos *paradigma diluvista* irá sustituyendo a lo largo del siglo XVIII otra concepción racional, otro imaginario social, otra imagen del mundo a la que denominamos aquí como *paradigma de la decadencia del mundo*. Los argumentos que se utilizan para ello no eran de carácter "científico" o experimental, sino que procedían de una interpretación teológica fundamentalista y espiritualista de los Libros Sagrados.

Algunos autores, se remiten a un escritor español del siglo XVII, **José Antonio González de Salas** (1588-1651), como el iniciador de unas concepciones de la historia de la Tierra que puede ser considerada como paradigmática a este respecto²⁷⁴. La afirmación de que la Tierra creada por Dios fue degradándose con posterioridad al Diluvio universal, fue realizada por vez primera en 1644 por este autor con ocasión de su edición de la *Geografía* de Pomponio Mela. Por la actitud favorable que muestra siempre hacia lo judío, se le ha relacionado con los círculos criptojudíos de Madrid en los tiempos de Felipe IV, aunque siempre desde una posición de cristiano viejo que él mismo se encargó de difundir en sus obras.

Aceptación del paradigma de la *degradación*

Durante la primera mitad del siglo XVIII persistían aún diversas interpretaciones sobre el carácter más o menos milagroso del Diluvio y sobre su universalidad. Pero pocos cuestionaban que el Diluvio había tenido unos efectos muy importantes sobre la superficie del Globo. A través del debate del Diluvio, la Tierra había adquirido una historia. No existía un acuerdo unánime si esa historia había conducido a la **decadencia** o había que tener una visión más optimista. Por lo general, los autores protestantes eran pesimistas y por ello partidarios de la **decadencia** de la Tierra. Los católicos solían mantener posiciones más optimistas. Éstos fueron fieles a la tradición *diluvista*, según la cual el Diluvio existió realmente con carácter universal, pero había sido un acontecimiento históricamente definido. Así, José Torrubia, al hablar del Diluvio en su *Aparato* (1754) insiste en que éste fue un castigo divino debido al pecado de los hombres. Pero no abre el camino a la degradación.

²⁷⁴ Capel, H. (1985) op.cit., pág.85 ss.

Torrubia postula que el mar en el Diluvio cubrió toda la Tierra incluso "Nuestro pico de Tenerife, que está tenido por el monte más alto del Mundo", y también se anegó "Nuestra América". Discute después sobre el origen de tanta agua concluyendo que "en el caso se precisa la intervención de milagro"²⁷⁵:

"En conclusión: el *Diluvio* se celebró con agua milagrosa venida de la mano de Dios, sin salir de sus senos la de los *Abismos*, ni mover de su centro la de los Mares. En aquel archipiportento todo el Globo se anegó. Se anegó el Mar, y se anegó la tierra".

En esta opinión se desmarca claramente de los geólogos "protestantes" de la época - fustigados en el *Aparato* - que opinaban que el Diluvio se podía explicar acudiendo a razones puramente "científicas". Igual censura contra los herejes merece la opinión del Censor de la obra de Torrubia, fray Gerónimo de Salamanca, que antecede a la edición del *Aparato*. El alegato de Torrubia a favor del Diluvio termina con un largo párrafo en el capítulo XXXV y último rebatiendo a Buffon, al que descalifica de un plumazo²⁷⁶:

"He aquí a lo que viene a parar la razón con que un tan célebre hombre ataca nuestra conclusión. Todo el vigor de su argumento se reduce a decir que el Diluvio fue sobrenatural, y a calificar por desvanecimiento y orgullo loco el discurrir con razones físicas de sus efectos. El fenómeno de los cuerpos marino-montañosos es naturalísimo; pues ¿por qué para explicar una cosa tan natural se ha de recurrir al Diluvio, que fue milagroso?. Esa es una Teología física, es una mezcla ridícula de ideas de hombres, y de milagros del Omnipotente. Así se explica contra nosotros esta Caballero (Buffon)".

A lo largo del siglo XVIII los testimonios que se reunían sobre la historia de la Tierra eran ya tantos, que fue preciso abandonar la antigua concepción de la Tierra estática y aceptar la idea del cambio en la superficie terrestre. La necesidad de contar con el Diluvio, por razones religiosas, obligaba, sin embargo, a una concepción catastrofista en la que la inundación desempeñaba un papel fundamental en la transformación del relieve. Llegó a valorarse tanto este factor de cambio, que algunos consideraron el Diluvio como una "nueva creación". Así lo expresó claramente Antonio Ulloa en sus *Noticias Americanas* cuando afirma que "la total reforma del antiguo Mundo y su renovación, completa con el Diluvio universal, fue una segunda creación"²⁷⁷.

Montañas prediluvianas y postdiluvianas

Un paso más en la explicitación del *paradigma de la degradación* está presente en la obra de un ex-jesuita y abate francés: **François Para de Fanjas** en sus *Elementos de Filosofía* (traducido al castellano en 1796)²⁷⁸. Este texto expresa bien su idea: "El estado actual de la Tierra no nos presenta fenómeno alguno que no se pueda explicar por la universalidad del

²⁷⁵ J. TORRUBIA. *Aparato*, 1754, pág. 179.

²⁷⁶ J. TORRUBIA. *Aparato*, 1754, pág. 202.

²⁷⁷ Ulloa, A. de (1772) *Noticias Americanas. Entretenimientos Physico-Históricos sobre América Meridional...*Madrid, pag.290. En Capel (1985) op.cit., pág. 123.

²⁷⁸ La figura de Para de Fanjas está muy poco estudiada. Al ser extinguida la Compañía de Jesús, pasó al clero secular francés.

Diluvio y la influencia de las Causas Naturales". Esto indica que en ese tiempo, y nos acercamos ya al pensamiento innovador de Buffon, hay un esfuerzo por explicar de forma racional la formación de la Tierra, sin salirse del marco señalado por la Biblia.

Al considerar el origen del relieve terrestre, Para de Fanjas distingue dos tipos de montañas: las montañas prediluvianas y las montañas posteriores al Diluvio. Todas las grandes cordilleras pertenecen al primer tipo, apartándose de este modo de las ideas clásicas de Burnet de una Tierra prediluviana plana. Su formación no se explica de modo racional, ya que "es evidente que las montañas principales y primitivas han sido formadas por un ser increado y criador, que infinitamente poderoso y libre formó la Tierra, como también el Cielo del modo que le plugo, antes de someter uno y otro a las leyes físicas, destinadas a conservar, perpetuar y modificar su Obra"²⁷⁹.

Las causas de la formación de las montañas postdiluvianas son diversas:

"Es claro que el Diluvio universal, los Terremotos, la Erupción de los Volcanes, la violencia de los huracanes, las inundaciones de los ríos y de los mares pueden haber acumulado sucesivamente de mil modos diferentes tierras, arenas y todo género de substancias, que naturalmente endurecidas y cristalizadas habrán dado a la tierra *nuevas montañas* que no tenían en su origen primitivo, o habrán causado mutaciones o aumentos en las que tenía desde su primitiva constitución".

A través de obras como la de Para de Fanjas se siguieron difundiendo en los últimos años del siglo XVIII e inicio del siglo XIX las ideas tradicionales del diluvio y de la degradación de la Tierra postdiluviana. Los lectores aprendían que la Tierra tenía una antigüedad entre 5776 y 7133 años, de acuerdo con los cálculos de la Biblia que era tenida por verdad de fe en todas sus afirmaciones.

Sin embargo, como veremos, ya estaban emergiendo otros paradigmas más "laicos" que intentaban llegar a la verdad de las cosas prescindiendo de la verdad de la Escritura.

La superación del diluvismo: de las "revoluciones" a la "evolución"

El siglo XVIII marca un cambio radical en la orientación epistemológica, y por ello filosófica, científica y teológica de la Extinción de las especies. El universo religioso y "diseñado" (providente) construido teológicamente por los diluvistas y los partidarios de la "degradación" se desmorona.

El método experimental, el pensamiento libre que irrumpe en Europa con la Ilustración²⁸⁰ y los viajes de los naturalistas por el mundo, generan una nueva "cultura", un nuevo imaginario social, una nueva imagen física del mundo. En definitiva, emerge un nuevo paradigma

²⁷⁹ Para de Fanjas, F. (1796) *Elementos de Metafísica*. Madrid, vol.II, pág. 7-8 (citado por Capel,(1985), op.cit. pág. 125.

²⁸⁰ Puede consultarse: Sequeiros, L. (1999) *Filosofía de la Naturaleza y Filosofía de la Ciencia*. Materiales de apoyo para las clases. Facultad de Teología. Granada. Ferrone, V. y Roche, D. edit. (1998) *Diccionario Histórico de la Ilustración*. Alianza Editorial, 549 pág.

. En este nuevo paradigma, hay un elemento emergente que ya no se va a perder: la ciencia cobra su propia autonomía como conocimiento organizado socialmente aceptado por una comunidad científica.

La creación de la *Royal Society* (y otras sociedades científicas) no solo dignifica socialmente al naturalista, sino que construye una conciencia de la propia racionalidad del conocimiento experimental que ya no va a necesitar la Teología como guía de sus investigaciones. Los imaginarios religiosos heredados del viejo régimen tendrán cada vez menos peso como vectores del pensamiento científico, que va siendo más laico (pero no necesariamente antirreligioso). Se produce la *secularización* del pensamiento, que tiene su punto álgido en Inmanuel Kant²⁸¹ y en la autonomía humana y de la razón. La ciencia va adquiriendo su propia racionalidad.

Este punto va a ser de gran interés para romper los lastres del pensamiento tradicional. Sin embargo, los poderes religiosos, muy fuertes en esa época²⁸² siguieron condicionando el desarrollo del conocimiento. En esta tercera parte asistimos a una verdadera revolución del pensamiento sobre la extinción que nos llevará hasta el siglo XIX: el paradigma diluvista y el paradigma "degeneracionista" pierden poder explicativo (sobre todo por las impregnaciones teológicas que arrastran) y van siendo sustituidos por un nuevo paradigma: el *paradigma catastrofista*, de carácter laico, pero no ateo. Él llevará al debate entre **Neptunistas** y **Plutonistas**, que desembocará en una síntesis superadora: el *paradigma uniformitarista*, con Charles Lyell que apunta a un universo abierto, inacabado, con Charles Robert Darwin y el *paradigma evolucionista*.

Los fósiles y la extinción de las especies en el debate entre Linneo y Buffon

Mantemos en este trabajo que la ciencia (sobre todo a partir del siglo XVIII) no es obra del "sabio" sino de la comunidad científica. Pero hemos elegido dos personajes paradigmáticos: uno del antiguo régimen (Linneo) y otro innovador (Buffon) como representativos de una mentalidad que emerge con dificultad. Linneo es creacionista en sus concepciones teológicas, fijista en cuanto a sus concepciones biológicas y aristotélico en cuanto a sus convicciones epistemológicas.

Linneo es fervoroso creyente, creacionista y fijista. No puede concebir que las especies animales y vegetales "fracasen" y se extingan. Para él, toda la creación, salida de las manos de Dios, ha ido extendiéndose por el planeta, las especies se van perpetuando por la reproducción, siendo sus caracteres similares a los de sus progenitores. El Diluvio universal conservó las especies nobles hasta hoy. Y esas mismas especies son las que llegarán hasta el final de los tiempos.

²⁸¹ Sequeiros, L. (2000) *Antropología filosófica*. Materiales de apoyo a las clases. Facultad de Teología. Granada.

²⁸² Needham, J. (1978) *Ciencia, Religión y Socialismo*. Crítica, Grijalbo, Barcelona, 414 páginas; Dampier, W.C. (1986) *Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*. Tecnos, Madrid, 570 pág., y sobre todo, pág. 205-226.

Buffon (nacido el mismo año que Linneo) se sitúa en una posición diferente. Las condiciones ambientales van modificando los caracteres de los seres vivos. En unos casos, los modifican "degenerándolos" cuando lo hacen de modo natural e incluso pueden llegar a desaparecer para siempre. Además, no es el Diluvio el único proceso generador de extinción. Los cambios climáticos, como veremos, han intervenido en este proceso sin tener por ello que hacer intervenir a Dios. Pero también las especies "mejoran" cuando interviene el ser humano con la domesticación.

Puede decirse que, con Buffon (como paradigmático) se diluye el paradigma de la "degeneración" del mundo, para iniciar un nuevo paradigma en el que la Tierra comienza a tener Historia, y a lo largo de los tiempos (que son largos) se van sucediendo las siete "*Épocas de la Naturaleza*".

Del Diluvio a las "*Épocas de la Naturaleza*": el pensamiento hasta Buffon

El avance en la concepción de las ideas sobre la extinción de las especies va a ser posible en el siglo XVIII gracias al interés de los Ilustrados por la clasificación de los seres vivos. Los viajes, los Gabinetes de Historia Natural y el deseo ilustrado de conocer los recursos naturales, va a impulsar una disciplina biológica poco desarrollada hasta entonces: la Sistemática. La idea de introducir un orden en la aparente confusión de las formas vivas se presentó muy pronto al espíritu de los naturalistas.

Tal vez fue **J.-P. de Tournefort** (1656-1708) el primero en intentar establecer un *sistema natural* de clasificación (alternativo al sistema *formalista* heredado de los aristotélicos). Tournefort se fundamenta en la convicción de "la realidad objetiva de las especies, de los géneros y de las clases". Casi al mismo tiempo, **John Ray** (1686-1704)²⁸³ se dedicó también, en su monumental *Historia Plantarum Generalis* (1686-1704) a distribuir racionalmente los vegetales y precisar, sobre todo, la noción de "especie" relacionándola con una comunidad de origen. Este intento de biología "teórica" será de gran importancia para acotar técnicamente lo que es una especie, y consiguientemente saber a qué nos referimos al hablar de "extinción" de una especie. La obra de Tournefort y de Ray fue continuada y desarrollada por **Karl Linné**. Este propuso, como se verá más adelante, una clasificación de las plantas más de acuerdo con la biología al elegir el "sistema sexual" (y no otros caracteres morfológicos) como base de la sistemática vegetal. Pero ¿mantienen estos autores algún tipo de tesis referente a la extinción de las especies biológicas? Es lo que intentaremos desentrañar.

La persistencia de un paradigma anacrónico: la obra científica de Karl Linné

La evolución histórica del pensamiento científico no sigue pautas ascendentes irreversibles. La historia de la ciencia muestra que el conocimiento de la naturaleza sigue en muchas ocasiones vericuetos complejos, retrocesos y reversiones impredecibles. Se puede

²⁸³ Ver el excelente estudio de Young, D. (1998) *El descubrimiento de la Evolución*. Serbal, pág. 28-57.

considerar una simplificación el pensamiento "progresivo" del avance científico. Esto ya lo pusieron de manifiesto Kuhn, Lakatos y últimamente Larry Laudan²⁸⁴. Tal es la aventura del pensamiento durante el siglo XVIII, en el que coinciden antiguos *diluvistas científicos*, junto a los partidarios de la *degradación*, los *creacionistas fijistas* (como Linneo) y la emergencia de ideas renovadoras, que se agrupan en torno a la escuela de Buffon. Estas posturas "paradigmáticas" organizan el conocimiento sobre la Extinción de las especies, interviniendo en el debate filosófico, teológico y experimental.

Particularmente interesante es el debate ideológico que tiene lugar en el siglo XVIII entre la que podría llamarse escuela linneana, creacionista y fijista, y la escuela de Buffon, que puede etiquetarse como *progresionista*. Tanto Linneo como Buffon nacen el mismo año de 1707. Para ambos, la Historia Natural es el ordenamiento sistemático de las entidades naturales. Pero sus vidas van a estar marcadas por la divergencia. Linneo se mantuvo, por motivos más religiosos que científicos fiel a la concepción *fijista* de la Naturaleza, emanada de su creacionismo fundamentalista. Sin embargo, Buffon, con una mente más abierta, defendía que los organismos cambian con el tiempo y se "extinguen" cuando no pueden sobrevivir²⁸⁵.

La escuela creacionista y fijista de Karl von Linné

Hacia mediados del siglo XVIII se produce la aparición de nuevas ideas. Por un lado, con John Ray y Karl Linneo sobre todo, se consolida el paradigma fijista y creacionista. Por otro lado, comienzan a plantearse las doctrinas "transformistas" o "transmutacionistas". La autoridad indiscutible de **Karl von Linné** (1707-1778)²⁸⁶ retrasó muchos años otras posibles interpretaciones.

El nombre del sueco Karl von Linné (más conocido por su nombre latinizado de Carolus Linnaeus, o Carl Linneo) domina toda la historia de la botánica en el siglo XVIII. Hijo de un pastor protestante, estudió medicina en la Universidad de Lund y, más tarde, en la de Upsala. Dotado de un genio especulativo muy puro y singularmente precoz y preciso, se dedicó desde la época de sus estudios (desde 1729) a su pasión naciente por la Historia Natural, principalmente por la botánica.

Desde su honda fe religiosa, verá el mundo como un don maravilloso de Dios que hay

²⁸⁴ KUHN, T.S.: *Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica, México (1975), 230 pág.; LAKATOS, I. edit.: *Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Grijalbo, Barcelona, 158 pág.; LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A.: *La crítica y el desarrollo científico*. Grijalbo, Barcelona, 348 pág.; LAUDAN, L.: *El progreso y sus problemas*. Ediciones Encuentro, Madrid (1991).; más datos de interés en: ESTANY, A.: *Modelos de cambio científico*. Editorial Crítica, Barcelona (1990), 233 pág.; FOUREZ, G.: *La construcción del conocimiento científico*. Narcea, Madrid (1994), 203 pág.

²⁸⁵ Sloam, P.R. (1976). The Buffon-Linnaeus controversy. *Isis*, 67, pág. 356-375.

²⁸⁶ Sobre Linneo: Blunt, W. (1982) *El Naturalista. Vida, obra y viajes de Carl von Linné (1707-1778)*. Ediciones del Serbal, Barcelona, 272 páginas.; Davy de Virelle, A. y Leroy, J.F. (1988) La Botánica. En Taton, R. editor. *Historia General de las Ciencias*. tomo 7: El siglo XVIII. pág. 724-732.; Rostand, J. (1988) Los grandes problemas de la biología. En: Taton, R. edit. *Historia General de las Ciencias*. tomo 7: El siglo XVIII. pág. 637-659.; Templado, J. (1974) *Historia de las Teorías evolucionistas*. Alhambra, Exedra, pág. 17-18.; Frängsmyr, T. (1983) *Linnaeus. The man and his Work*. Univers. California Press. ; Young, D. (1998) *El descubrimiento de la Evolución*. Ediciones del Serbal, Barcelona, páginas 59-71; 93-94.

que admirar, pero que no se revela en su extraordinario proyecto más que a fuerza de tiempo, estudio y atención. De ahí procede la necesidad de dar nombres a todos los seres, describirlos y, para volverlos a encontrar, "clasificarlos" en una taxonomía práctica.

Algunos de sus maestros opinaban que nunca llegaría lejos en la ciencia debido a su mente escolástica cuadrículada, rígida y falta de imaginación. Pero escribió unas obras que siguen siendo unas de las más importantes del pensamiento creacionista. Antes de escribir viajó mucho. A los 25 años marchó a Laponia a caballo. Fue un viaje memorable que nos ha valido, además de un relato, una bellísima *Flora lapponica* (1737). En el año 1735 (con 28 años) publica el *Systema Naturae*, como un breve folleto de 14 páginas. La 100 edición, de 1758, tenía ya dos tomos, el primero de ellos de 800 páginas. Es un catálogo razonado de las plantas y animales conocidos distribuidos en clases, órdenes, familias y 4.320 especies. También es autor de *Fundamenta botanica* (1736), *Classes plantarum* (1738), *Philosophia botanica* (1751) y otras muchas.

La filosofía y la teología natural de Linneo tiene unos fundamentos sencillos y precisos: para él, como fervoroso luterano, al comienzo de los tiempos, Dios había creado directamente y una por una todas las especies animales y vegetales. Linneo escribe en 1751 en su *Philosophia Botanica*: "*species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae*". Estas especies se mantenían "fijas" desde entonces: sin variación morfológica y sin extinción, salvo aquellas que se perdieron en el Diluvio.

El texto siguiente, perteneciente al *Systema Naturae*, refleja bien la filosofía oculta de Linneo: "*OBSERVACIONES SOBRE LOS TRES REINOS DE LA NATURALEZA*" (1725)

"1. Al considerar las obras de Dios todos ven muy claramente que todo ser vivo proviene de un huevo, y que todo huevo produce un retoño muy parecido al padre. Por eso ahora ya no se producen nuevas especies.

2. La generación multiplica los individuos. En consecuencia, el número de individuos de cada especie es actualmente más elevado que primitivamente.

3. Si contamos retrospectivamente en cada especie, la serie de seres así multiplicados, exactamente en el orden en que tal serie se ha multiplicado, la serie de parará al final en un único padre, ya sea éste hermafrodita, como es común entre las plantas, ya doble, macho y hembra, como es común en la mayor parte de los animales.

4. Puesto que no hay especies nuevas, puesto que un ser dado produce siempre un ser similar, puesto que en toda especie hay una unidad que preside el orden, debemos atribuir, necesariamente, esta unidad progeneradora a cierto Ser Todopoderoso y Omnisciente; es decir, Dios, cuya obra se llama Creación. Esto lo confirma el mecanicismo, las leyes, principios, constituciones y sensaciones de todo ser vivo".

Uno de los mayores méritos de Linneo es haber establecido una nomenclatura binomial, extendida luego a los animales y a los fósiles, que permite identificar y sistematizar perfectamente los organismos. Aunque elaborada desde el paradigma fijista -creacionista, ha hecho avanzar enormemente las Ciencias de Naturaleza.

Linneo había rechazado la idea de extinción, por dos razones fundamentales: la primera, es que si se aceptaba ésta, se podrían generar discontinuidades en la gran cadena (*Scala Naturae*) de los seres vivos, que reducirían esta secuencia ordenada de la creación a un caos informe. Por otra parte, ¿cómo explicar el hecho de que una especie completa (todos los individuos de una

especie) pudiera ser conducida a la extinción en un mundo ordenado por la divina providencia? ¿No sería eso indicio de un fracaso en la perfección de la organización del mundo?

La segunda razón era la llamada "*economía de la naturaleza*": Linneo y otros naturalistas reconocían una "lucha entre seres" en la que una especie se come a otra. Sin embargo, pensaba que todas estas relaciones ecológicas se ajustaban mutuamente estableciéndose un equilibrio general. En esa *economía* equilibrada de la naturaleza, la cantidad podría aumentar y disminuir pero ninguna especie llegaría a extinguirse.

El paradigma alternativo: las ideas sobre los fósiles y la extinción de las especies de Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788)

El más ilustre contemporáneo de Linneo fue **George-Louis Leclerc** más conocido como conde de **Buffon** (1707-1788)²⁸⁷. Nacido en Montbrison (Côte d'Or), estudió en el colegio de los jesuitas y en la Facultad de Derecho de Dijon (1717-1726). En 1733 entra en la Academia de Ciencias como adjunto-mecánico. En el año 1739 fue nombrado intendente del *Jardin du Roi* (que luego sería el Museo Nacional de Ciencias Naturales de París)²⁸⁸. Desde allí abordó los grandes problemas de la biología y de la geología de entonces. Su trabajo fundamental fue el de componer una monumental *Histoire Naturelle* cuyos primeros volúmenes salieron en 1749. Pero ya en 1744, había escrito la *Theorie de la Terre*, donde desarrolla ideas "actualistas" sobre la formación de las montañas y sobre el origen de los fósiles.

Pero es en *Époques de la Nature*,²⁸⁹ publicada en 1778, donde establece una serie de períodos de tiempo muy largos, a través de los cuales la Tierra habría llegado a la configuración actual. Hasta *siete épocas diferentes* y sucesivas distingue Buffon: la formación a partir de un Sol incandescente y el progresivo enfriamiento de la Tierra, la condensación de las aguas que dan lugar a los océanos, la emersión de los continentes y el desarrollo de la vegetación, la aparición de los grandes animales terrestres, la separación de los continentes con grandes migraciones de plantas y animales y, por fin, la aparición de la humanidad.

²⁸⁷ Para Buffon: la mejor biografía breve y actualizada: Beltrán Marí, A. (1997) Introducción a: G.L. Leclerc Buffon. *Las épocas de la Naturaleza (1779)*. Alianza Universidad, Madrid, n1 872, pág. 11-138.; Buffon, G.L.L. (1997) *Las épocas de la Naturaleza (1779)*. Alianza Universidad, Madrid, n1 872, pág. 141-429. ; Cailleux, A. (1964) *Historia de la Geología*. EUDEBA, Buenos Aires, ; Gaspar, P. (1983) *Buffon*. Gallimard, París; Hanks, L. (1998) *Buffon avant l'Histoire Naturelle*. Press Univer.France; Roman, J. (1989) *Buffon: Un philosophe au Jardin du Roi*. Fayard, París.; Ellenberger, F. (1993) *Histoire de la Géologie*. II, pág. 211-217.; Roman, J. (1983) Buffon y el transformismo. *Mundo Científico*, Barcelona, 21(1), pág. 4-13.; Rudwick, M.J.S. (1987) *El significado de los fósiles*. Hermann Blume, Madrid, páginas 131-134, 137-142, y otras.; VVAA (1992): *Buffon 88*. Actes du Colloque internat., París-Montbart-Dijon, J.Vrin, París. ; Templado, J. (1974) *Historia de las Teorías evolucionistas*. Alhambra, Exedra, pág. 24-26.; Young, D. (1998) *El descubrimiento de la Evolución*. Ediciones del Serbal, Barcelona, páginas 66-74.

²⁸⁸ En estos años hay un redescubrimiento de la obra de Buffon. Prueba de ello son las publicaciones. De ellas se citan: Buffon, G.L.Lecrerc (1997) *Las épocas de la Naturaleza (1779)*. Edición y prólogo de Antonio Beltrán Marí. Alianza Universidad, Madrid, 429 pág. Incluso hay una novela: Martí Domínguez Romero. (1999). *Las confidencias del conde de Buffon*. Península, Barcelona, 240 pag-

²⁸⁹ Buffon, G.L.Lecrerc (1997) *Las épocas de la Naturaleza (1779)*. Edición y prólogo de Antonio Beltrán Marí. Alianza Universidad, Madrid, 429 pág

Hay un especial cuidado de concordismo (con em objeto de no tener problemas con los inquisidores de la Universidad de París) para hacer coincidir los días de la Creación bíblica con estas siete épocas geológicas. Añadamos a todo esto que Buffon fue de los primeros en aceptar sin recelos que muchos restos fósiles corresponden a especies extinguidas (como veremos más adelante).

Además, algunas de sus obras principales son: *Histoire des Quadrupèdes* (12 volúm., 1755-1767), *Histoire des Oiseaux* (9 volúm., 1770-1783) e *Histoire Naturelle de l'homme* (1749). En toda su obra biológica, Buffon se opuso frontalmente a las ideas de Linneo. Ridiculizando la nomenclatura binomial que colocaba el asno en el género caballo (*Equus*), opinaba que era "más sencillo y natural y más verdadero" decir que un asno es un asno, que pretender, sin saber por qué, que un asno es un caballo.

En sus obras posteriores, y principalmente en su magnífica *Histoire des Oiseaux*, Buffon no tendrá más remedio que reconocer a la clasificación de Linneo sus derechos y considerar las afinidades estructurales más que las "relaciones de utilidad y familiaridad" como elementos científicos para la clasificación. Pero, fiel a sus ideas hasta la muerte, seguirá pensando que "los géneros, las clases y los órdenes no existen más que en nuestra imaginación", y que "en la Naturaleza no hay más que individuos".

Algunas ideas que formula Buffon equivalen, como escribe luego Cuvier, a "verdaderos descubrimientos". Subrayó insistentemente la unidad de *plan de organización* en la Naturaleza. Además, le cabe el honor de ser el primero que habla de "*especies perdidas*", animales que han existido en otro tiempo y que ya no existen. Señaló también la diferencia existente ente las faunas del viejo continente y las del nuevo, cosa que ya había señalado el P. José de Acosta 150 años antes.

Desde el punto de vista filosófico, Buffon se expresa casi siempre como un panteísta, atribuyendo a la "Naturaleza" la omnipotencia y rechaza la milagrería de quienes, como Réaumur, creen en un Dios "muy ocupado por el modo como debe plegarse el ala de un escarabajo".

La dimensión del "tiempo" geológico en Buffon

Uno de los problemas más debatidos entre los naturalistas fue el del Tiempo geológico. El concepto y la aceptación de "tiempo geológico" ha sido uno de los obstáculos epistemológicos más importantes para el desarrollo de la teoría evolutiva. No es gratuito referirnos aquí a esta cuestión. Precisamente, uno de los elementos fundamentales del nuevo paradigma emergente (que cristaliza con Cuvier) precisa de grandes períodos de tiempo geológico para hacer creíbles los complejos procesos descritos en la Revoluciones.

Los datos actuales basados en las rocas terrestres y lunares, y también en los meteoritos muestran que el planeta puede tener unos 4.600 millones de años. Sin embargo, la batalla por la aceptación de una larga historia para el planeta ha sido muy larga.

Sobre la duración del mundo hay dos posturas extremas: la eternidad o el tiempo breve. Así, para los brahmanes el mundo es eterno, y por ello no hay principio ni final. Ideas parecidas

tenían los griegos.

La otra postura es la del tiempo corto o bíblico. El profesor **John Lighfoot** (distinguido erudito en griego y vicepresidente de la Universidad de Cambridge) fue un prodigio de precisión. Dedujo en 1642 que "*la Creación se inició a las 9.00 horas del día 17 de septiembre del año 3928 aC*". La tradición anglicana interpretó literalmente la Biblia. Así, el Arzobispo Primado de Irlanda, **Ussher** escribe el 1658: "*En los comienzos Dios creó los cielos y la Tierra (Gén.1.1) y de acuerdo con nuestra conología, ese día coincide con la entrada de la noche que precedió al 23 día de octubre del año 710 del calendario juliano*" (es decir, 4.000 años antes de Cristo).

Sin embargo, los cálculos hechos con la Biblia varían según se tomen de la *Vulgata* o de los *Setenta*. Para la *Vulgata*, la duración del mundo es de 5.920 años, y desde el principio del mundo hasta el Diluvio, 1.656 años. Si se toma el cómputo de los *Setenta*, la edad sale más extensa: 7.370 años. Y desde el comienzo del mundo hasta el Diluvio, 2.256 años²⁹⁰. Estos cálculos estaban apoyados por la autoridad de Riccioli, que en su *Cronologia reformata* (1668) los había considerados válidos.

Pero estas cifras bíblicas continúan hasta más tarde: la Biblia inglesa de 1701 los reproduce. El obispo **Lloyd** afirma que la Tierra tiene una edad de 6.000 años. Es la época del concordismo bíblico con la religión. Las glaciaciones se hacen equivaler al Diluvio y las eras geológicas con los días de la creación. Con estos datos, se percibe claramente que el acontecimiento del Diluvio universal, se sitúa casi a medio camino entre "antediluvio" y "postdiluvio". Como se verá, las ideas de Buffon, proponiendo un Tiempo geológico mucho más largo, debió resultar escandalosa. Buffon le calculaba a la Tierra una edad de 75.000 años, basándose en la evidencia del calor interno y haciendo el cálculo del índice de enfriamiento partiendo de una masa en fusión preexistente.

Buffon es en esto altamente innovador, alargando la historia de la Tierra hasta 75.000 años, cifra inaudita en su tiempo. Los cálculos para la edad de la Tierra los realiza de forma experimental. Para ello, desde la hipótesis de que en el pasado la Tierra fue un fragmento incandescente de un sol que se apaga, realiza experiencia de calentamiento y enfriamiento de rocas naturales extrapolando luego los resultados²⁹¹.

El "transformismo" mitigado de Buffon

Buffon concibe la naturaleza como un *orden de procesos*, como un "sistema de leyes" en el que Dios ya no es necesario para explicarlos²⁹². En Buffon el equilibrio de los fenómenos naturales no nos remite a la providencia divina sino a las leyes de la naturaleza. Para él:

"La naturaleza es un sistema de leyes establecidas por el creador para la existencia de las cosas y para la

²⁹⁰ Datos tomados de Capel, H. (1985) *La Física Sagrada*. pág. 29.

²⁹¹ Hallam, A. (1985) *Grandes Controversias Geológicas*. Labor-MEC, Barcelona, sobre todo el capítulo 4 ("La edad de la Tierra") páginas 81-108.

²⁹² Este punto lo desarrolla Buffon al final de su *Teoría de la Tierra*. Cfr. Beltrán, A. (1997) Introducción a *Las Épocas de la Naturaleza* de Buffon. Alianza Editorial.

sucesión de los seres.... La naturaleza no se apartará jamás de las leyes que le han sido prescritas" (*Historia Natural*. Sobre la Naturaleza (1764), pág. 31)

Buffon nunca quiso entrar en el tema religioso, y si alude a un Creador, es por hacer concesiones a los lectores, o por imposición de la Universidad de La Sorbona, que siempre le acosó con sus críticas inquisitoriales. Buffon no cree ni siquiera que se produjera un Diluvio universal por causas naturales, ni que el texto sagrado sea relevante para conocer la Historia de la Tierra. Pero del mismo modo que establece una equivalencia entre sus *Épocas* y los días del relato bíblico, en la que difícilmente podía creer, tampoco tuvo inconveniente en introducir ilustraciones en las que se representa a Dios creando el mundo.

Los expertos en pensamiento biológico discuten hasta qué punto Buffon intuyó la posibilidad de una "evolución" de las especies en el sentido moderno de la palabra²⁹³. Lo que sí es cierto es que Buffon creía en la modificación por "*degeneración*" de las especies tal como lo atestiguaban sus observaciones sobre los animales domésticos. Este punto es particularmente interesante para conocer su pensamiento sobre la extinción biológica.

En su famoso capítulo sobre la "*degeneración de los animales*", Buffon expuso más claramente sus opiniones transformistas. Considera en dicho capítulo la acción modificadora del medio, representado principalmente por el *clima*, que altera la forma exterior; el *alimento*, que afecta a la forma interior, y la *domesticación*, por último, para aquellas especies animales que el hombre ha reducido a cautividad.

Después de haber comparado todos los animales cuadrúpedos y haberlos reducido cada uno a su género, concluirá que las doscientas especies cuya historia ha ofrecido pueden, en definitiva, "reducirse a un número bastante pequeño de familias u orígenes principales, de las cuales han surgido posiblemente todas las demás".

Por si esto no fuera poco, en una página muy citada de dicho capítulo (capítulo "De l'âne") Buffon tomó en consideración, a propósito de una obra de Maupertuis²⁹⁴, la hipótesis del transformismo generalizado, es decir, la hipótesis de que todos los animales derivarían de un solo antepasado.

Por oposición al pensamiento fixista, el **transformismo débil** de Buffon sostiene que las formas vivas actuales no han existido siempre, sino que son el resultado de una lenta e irreversible transformación orgánica desde las formas antiguas a las modernas. Y este transformismo, aparecido y amplificado a lo largo de generaciones, es producto de un mecanismo natural. Sin embargo, a Buffon se le suele considerar como a un pionero. Ha contribuido a hacer posible una teoría de la evolución transformando el espíritu de la Historia Natural. De modo muy resumido, se puede decir que las innovaciones en el pensamiento biológico de Buffon son:

²⁹³ Bremmer, G. (1984) L'impossibilité d'une théorie de l'évolution dans le pensée française du XVIII siècle. *Revue de Synthèse*, 105, pág. 171-179.; Wilkie, J.S. (1959) Buffon, Lamarck and Darwin: the originality of Darwin's theory of Evolution. En: P.R.Bell edit. *Darwin's Biological Work*. The Cambridge Univers. Press.

²⁹⁴ Maupertuis, seguido de Newton e introductor de este en Francia, apostó por una filosofía biológica abiertamente "transformista" que influyó en algunos naturalistas, entre ellos en Erasmus Darwin, abuelo del genial naturalista. En castellano están publicados algunos trabajos breves bajo el título: *El orden verosímil del cosmos*. Alianza Editorial, n1 1088 (1985), 194 pág.

1. Rechazó la idea de sus antecesores sobre la **naturaleza**. En lugar de ser un conjunto de seres creados directamente por Dios, defendía la existencia de una potencia siempre activa, presente en la naturaleza biológica y física, regida por leyes, y de las que los seres vivos son producto.

2. Contra la creación divina instantánea, propone que los procesos naturales se desarrollan en el tiempo. El estudio de los animales domésticos muestra a Buffon que estos se transforman con el tiempo, sobre todo si se hacen "cruces" de razas. La oveja es una cabra "perfeccionada". Pero las especies salvajes tienden a "degenerar". Para nuestro autor, la materia viva tiene una plasticidad que hace se modifique por acción de los elementos del medio (clima, alimento, comportamiento...). Si estos cambios son irreversibles, entonces el tiempo se hace historia.

3. Buffon busca argumentos paleontológicos. Cree que en la interpretación de los fósiles, entendidos como "*especies perdidas*" puede dar luz sobre el proceso de la vida. Las épocas de la Naturaleza están caracterizadas por unos tipos de fósiles diferentes, que se extinguieron por procesos catastróficos. Por tanto, Buffon no acude a un solo Diluvio exterminador, sino a la posibilidad de otros episodios violentos provocadores de crisis biológicas en el Globo.

4. Buffon hizo entrar en la Historia Natural al animal concreto, en sus condiciones reales de vida. Es, después de José de Acosta, uno de los primeros en abordar los problemas biogeográficos.

5. Buffon introduce una nueva concepción de la especie, que ya no es morfológica sino biológica. No se trata de definir una especie por sus características externas sino por principios biológicos.

Las "*especies perdidas*"

Tal vez quepa el honor a Buffon de utilizar por vez primera, con justificación científica, los conceptos relacionados con la extinción. En *Las Épocas de la Naturaleza* (1779) hemos encontrado algunos textos significativos. Cabrá a Georges Cuvier el honor de haber demostrado con documentación fósil de grandes mamíferos el hecho (entonces inconcebible) de la extinción de las especies biológicas a lo largo de los tiempos geológicos (y no solo en el momento del Diluvio).

En la "*Tercera Época de la Naturaleza*" (Cuando las aguas cubrieron nuestros continentes) Buffon describe una situación en que el planeta, antes caliente, se va enfriando y puede recibir las aguas. Escribe:

"Ahora bien: en los comienzos del asentamiento las aguas sobre la superficie del globo, ¿no tenían éstas un grado de calor que nuestros peces y nuestras conchas existentes en la actualidad no habrían podido soportar? ¿Y no debemos suponer que las primeras producciones de un mar aún en ebullición eran diferentes de las que hoy nos ofrecen? Este gran calor sólo podía adecuarse a conchas y peces de otra naturaleza. Y en consecuencia, la existencia de *especies perdidas*, cuyos análogos vivos no se encuentran en parte alguna, debe retrotraerse a los primeros tiempos de esta época, es decir, desde los 30 mil hasta los 40 mil años después de la formación de la Tierra. Estas primeras especies, *ahora extinguidas*, sobrevivieron durante los 10 mil o 15 mil años que siguieron al tiempo en que las aguas acababan de asentarse". [94-95] (Las cursivas son nuestras).

Por tanto, considera que los organismos primitivos estaban "adaptados" a un mar caliente, y que desaparecieron cuando, al enfriarse, no pudieron soportar el cambio. Más adelante insiste en la misma idea:

"Los monumentos y vestigios marinos son más numerosos, más evidentes, pero los que yacen en la tierra son igualmente fidedignos, y parecen demostrarnos que las especies antiguas de animales marinos y vegetales terrestres *se extinguieron*, o más bien dejaron de multiplicarse desde que la tierra y el mar perdieron el gran calor necesario a efectos de su propagación". [100]. (Las cursivas son nuestras).

Este texto es particularmente interesante, por cuando Buffon atribuye la extinción de los organismos a la pérdida de la capacidad reproductora debido al descenso de temperatura de las aguas del mar.

En la nota aclaratoria del mismo Buffon a la página [28] de su texto, confirma la extinción completa de ciertos grupos de animales exclusivamente fósiles, añadiendo a los *cuernos de Ammón* (ammonites), los *ortoceras*, y las *piedras numismales* (los numulites), los *belemnites* y las llamadas *piedras judaicas* (espinas de erizos de mar). Y concluye: "No se conocen ya las especies de animales cuyos nombres acabamos de indicar. Pero estos ejemplos, y muchos otros que podían citar, bastan para probar que antiguamente han existido en el mar varias especies de testáceos y crustáceos que ya no existen".

Estas afirmaciones, que hoy resultan obvias al lector moderno, eran escandalosas en tiempos de Buffon (consta que la Sorbona censuró muchos párrafos y obligaron a Buffon a retractarse). Dos son las ideas más novedosas:

1) Afirmar que hubo especies de animales que hoy ya no existen, porque *están extinguidos* para siempre y en todo el mundo.

2) La extinción no se debe exclusivamente al Diluvio universal, sino que se escalona a lo largo de miles de años en algunas de las siete "épocas de la naturaleza".

Buffon y sus críticos

En 1749 sale de la imprenta el primer tomo de la *Histoire Naturelle* de Buffon. Sus ideas no debieron ser del agrado de la Facultad de Teología de París, que el 15 de enero de 1751 le remiten una carta solemne en la que se le recrimina "por contener principios opuestos a los de la religión" y se le invita a retractarse de ellas²⁹⁵. Se añade una relación de 14 proposiciones sacadas de la obra de Buffon, que a juicio de los Diputados y Síndico de la Facultad de Teología de París no están de acuerdo con la doctrina de la Iglesia. Esta relación es de particular interés para estudiar los aspectos teológicos que eran inaceptables por la Facultad.

Buffon, con fecha 12 de marzo de 1751 responde a la Facultad de Teología. Su carta de retractación es muy tajante y "suena" a la famosa retractación de Galileo de 22 de junio de 1633. El siguiente fragmento dejó satisfechos a los Diputados de Teología, aunque los autores dicen que Buffon no fue sincero y nunca se retractó de verdad. Escribe:

"Declaro: 11. Que no ha sido mi ánimo contradecir ni oponerme al texto de la Sagrada Escritura, pues creo firmísimamente cuando en ella se refiere relativo a la creación, ya sea en cuanto al orden de los tiempos, o ya en lo concerniente a las circunstancias; y que todo el contexto de mi obra sobre la formación de la tierra, y en general cuanto puede ser contrario a la narración de Moisés, lo abandono no habiendo presentado mi hipótesis sobre la formación de los planeta sino como mera suposición filosófica".

Difusión de la obra de Buffon

La obra de Buffon obtuvo una enorme difusión entre un público interesado en las ciencias físicas y naturales, interés que en gran parte había despertado la *Enciclopedia* al

²⁹⁵ Esta documentación está en: Buffon, G.L.L. (1832) *Obras completas de Buffon aumentadas por Cuvier*. Barcelona, tomo I, pág. 177 ss.

desarrollar la curiosidad por los conocimientos humanos y a la vez por el espíritu racionalista. Si bien Buffon no colaboró en la Enciclopedia, su pensamiento fué difundido en ella a través de su discípulo Dauberton (1716-1799) autor de numerosos artículos y de las láminas dedicadas a la Historia Natural, y también de Diderot (sobre todo en los artículos *Animal* y *Especie Humana*).

Buffon batalló siempre a favor del uso del método experimental y de la independencia de las ciencias frente a cualquier idea preconcebida y en especial frente a la religión²⁹⁶. Por ello condenó la clasificación de Linneo como demasiado sistemática, y se limitó a describir los animales tras una observación meticulosa de su naturaleza y costumbres.

A su vez, criticó la concepción antropomórfica y finalista de la naturaleza y consideró a ésta última como un "sistema de leyes" (influjo de Newton). Buffon creía que una obra de vulgarización científica solo podía tener eficacia si el estilo contribuía a ordenar y vivificar las ideas. Daba tal importancia a estas ideas que en su discurso de entrada en la **Academia Francesa** (1753) le dedicó el tema (*Discurso sobre el estilo*). En él dice que las ideas y las teorías constituyen, sobre todo en el campo científico, algo impersonal; pero el estilo pone de manifiesto la naturaleza individual de la inteligencia que las produce: "el estilo es el hombre".

La obra de Buffon fué ampliamente difundida en España a lo largo del siglo XVIII, sobre todo a través de las Sociedades Económicas de Amigos del País, quienes la incluían en el plan de estudios. Así, la primera adaptación del la *Historia Natural* fué el libro de texto del Seminario de Vergara (*Historia Natural del Hombre*, 1773). Más tarde, Clavijo y Fajardo realizó una traducción casi íntegra de la obra (*Historia Natural, general y particular*, 20 volúmenes, 1785-1805). Su pensamiento también fué conocido a través de la traducción de la *Vida del Conde de Buffon* (1797), en la que se incluía el *Discurso sobre el estilo*, y de la versión del *Espíritu del Conde de Buffon* (1798). Algunas de las ideas de Buffon están presentes en la obra de Torrubia, el *Aparato para la Historia Natural Española*.

La extinción de las especies en el debate Lamarck- Cuvier

Llegamos ya a la época de Cuvier y su *Discours* (1825). En los últimos años del siglo XVIII e inicios del siglo XIX tiene lugar la propuesta de un cambio de paradigma que tiende a sustituir al antiguo de la **degradación** de la Tierra. Hunde sus raíces en muchas de las ideas de Buffon.

²⁹⁶ Ver: Buffon, G.L.L. (1832) Del modo de estudiar la Historia Natural y tratar de ella. En: *Historia Natural, Discurso primero*. En: *Obras completas de Buffon, aumentadas por Cuvier*. Barcelona, tomo II, páginas 71-154.

La apuesta metodológica de Cuvier se ajusta bastante a la propuesta por Kuhn: "La decisión de rechazar un paradigma es siempre, simultáneamente, la decisión de aceptar otro, y el juicio que conduce a esta decisión involucra la comparación de ambos paradigmas con la naturaleza y la comparación entre ellos"³¹⁴

Cuvier, con su mente poderosa, fue capaz de elaborar una gran síntesis geológica y biológica en la que las extinciones de especies tienen un papel muy importante. Pero frente a Cuvier hay otro personaje, antagonista en la ciencia y fuera de ella, que es el representante de ideas antiguas, pero que posteriormente tuvo mucha importancia: Lamarck.

La extinción y la regeneración de las especies: el *catastrofismo diluvista* de Georges Cuvier (1769-1832)

Todo lo dicho hasta ahora nos hace converger hacia la figura de Cuvier. Las ideas difusamente transformistas y catastrofistas de Buffon van a ser recogidas medio siglo más tarde por Georges Cuvier, profesor en el Jardín del Rey de París, (luego Museo de Historia Natural). Se considera a Cuvier como el fundador de la moderna Paleontología (Meléndez, 1947) aunque fue un combativo antitransformista. Pero sus investigaciones en anatomía comparada, que asimilaba los restos encontrados a los datos de la Zoología, hicieron de la ciencia de los fósiles una auténtica ciencia.

La primera dificultad con que tropezó Cuvier en el estudio de los huesos de vertebrados fósiles es que éstos aparecen disgregados en los sedimentos, y con frecuencia faltaban muchos fragmentos. Por ello, se dedicó a un estudio comparativo, hueso por hueso. Esto le llevó a algunos éxitos sorprendentes, como prever la presencia de los dos huesos marsupiales en el esqueleto de un animal que, por el tipo de dentición y otros caracteres, debería pertenecer a tal grupo de mamíferos.

Pretende demostrar con sus estudios que los animales fósiles eran diferentes de los actuales, aunque constituidos de manera análoga. El punto de partida (o hipótesis del trabajo) es la ley enunciada por su colega Geoffroy Saint-Hilaire, según la cual "los animales pertenecientes a un mismo tipo de organización están constituidos según un mismo plan".

Cuvier llega a la conclusión de que "cada ser organizado forma un conjunto completo, cuyas partes se corresponden y complementan, determinando cada una de ellas a todas las demás", lo cual le conduce a formular su famosa *ley de correlación de órganos*, según la cual "cada ser orgánico puede ser reconocido por un fragmento de cualquiera de sus partes, bastando en último extremo un trozo de uno de sus huesos para conocer al animal".

Hasta el final de su vida combatió vivamente las ideas de **Geoffroy Saint Hilaire** (1777-1844) y su teoría de un único *plan de organización* y de **Lamarck** (1744-1829) sobre el transformismo. Contra Saint Hilaire, Cuvier defendió que existían cuatro *planes de organización* en los animales (vertebrados, moluscos, articulados y radiados). Cuvier combatió también las

³¹⁴ T.S. Kuhn. (1975) *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, México, pág. 129.

ideas transformistas de Lamarck con ardor y pasión. Hasta tal punto llegó la rivalidad entre ambos que al morir Lamarck en 1829, Cuvier (a la sazón Secretario perpetuo de la Academia de Ciencias de París) tuvo el "discurso" necrológico. Este discurso era tan ofensivo para el fallecido, que no se leyó en la Academia hasta 1832 (muerto ya Cuvier) y no se publicó hasta 1835.

Napoleón I y Luis XVIII le concedieron toda clase de dignidades: Barón y Gran Oficial de la Legión de Honor, alcanzó el título de par de Francia en la época de Luis Felipe. Miembro de la Academia Francesa en 1818.

Cuvier, los fósiles y las extinciones biológicas

Para adentrarnos en el pensamiento de Cuvier sobre las extinciones, será necesario acudir a su pensamiento sobre los fósiles. El interés de Cuvier por éstos comenzó poco después de llegar a París en 1796. Ese año recibe el encargo de informar sobre unos restos fósiles gigantes que habían sido enviados desde Paraguay. Describió cuidadosamente esta criatura y la denominó *Megatherium*. Pertenecía al grupo de los perezosos, pero en su época no se conocían vivos perezosos de ese tamaño. En la mente de Cuvier sol cabían tres posibles hipótesis para explicar este fenómeno de desaparición: a) que las especies hubieran evolucionado; b) que las especies hubieran emigrado a otro lugar; c) Que las especies se hayan extinguido.

Cuvier rechazaba de plano la posibilidad de evolución biológica (o de *transformación*, como le llamaba su colega Lamarck). Solo quedaban dos posibilidades y Cuvier se inclina por la extinción. Por tanto, aunque con reservas, su opinión era que el *Megatherium* se trataba de una especie *extinguida*.

¿Cómo llega Cuvier a la convicción "científica" de la existencia de especies *extintas*?. Es interesante seguir el hilo de su investigación, porque utiliza un método científico hipotético-deductivo de gran modernidad. Se trata de seguirle el hilo a la historia del *Megatherium*.

La bibliografía francesa y anglosajona suele atribuir a Cuvier la reconstrucción del Megaterio. Según Rudwick³¹⁵, "Cuvier recibió el encargo de hacer un informe". Sin embargo, la historia no ha hecho justicia a un naturalista español y valenciano (**Juan Bautista Bru**) que ha sido olvidado. Esta es la historia:

El esqueleto del que fue descrito como *Megatherium*³¹⁶ fue descubierto por el dominico criollo Manuel de Torres a comienzos de 1787 en las orillas de río Luján, cerca de Buenos Aires, en la antigua provincia del Paraguay. Los restos hallados fueron dibujados por el coronel Custodio de Sa y Faria. Estos huesos fósiles, junto con los primeros dibujos y una somera descripción, fueron enviados a Buenos Aires. Desde allí, el virrey del Río de La Plata, marqués de Loreto, remitió estos materiales a Madrid, llegando al Real Gabinete de Historia Natural el 29

³¹⁵ Por ejemplo, Rudwick, M.J.S. 1987, *El significado de los fósiles*. Hermann Blume, Barcelona, pp.140-145, fi.3.3. Sin embargo, la autoría de Bru es reconocida por Eric Buffeteaut (1992) *Fósiles y hombres*, Plaza y Janés, pp.113-114.

³¹⁶ F. Pelayo (1996) *Del diluvio al Megaterio*. CSIC, Madrid, pp. 294 ss. Ver también: J.M. López Piñero (1988) Juan Bautista Bru (1740-1799) and the Description of the genus *Megatherium*. *Journ. of Hist.of Biology*, 21, 147-163; e *ibídem*. (1989) Juan Bautista Bru y la difusión por Cuvier de su obra paleontológica. *Arbor*, CXXXIV, nn. 527-528, pp. 79-99.

de septiembre de 1789. Allí, el legado pasó a manos de **Juan Bautista Bru**, "pintor y disecador" del Gabinete, fallecido en 1799. Bru, además de encargarse de prepararlo y montarlo " sobre un pedestal grandioso en una sala de petrificaciones de este Real Gabinete" (Garriga, 1796, prólogo), lo describió.

Bru tenía preparada una monografía sobre el tema con una extensa descripción y 22 dibujos del esqueleto y de huesos sueltos en cinco planchas de gran tamaño calcografías por Manuel Navarro. Por circunstancias que no se conocen, la monografía con sus láminas, nunca se publicó.

Más tarde, en 1795 el francés Phillip Rose Roume pasó por Madrid y observó en el Gabinete la reconstrucción de Bru y las láminas. Roume logró unas copias de las planchas y las envió, junto a una nota explicativa, al abbé Grégoire, miembro del *Institut de France*. Roume opinaba que era un oso hormiguero, opinión no compartida por Cuvier que lo consideraba un perezoso gigante. Cuvier no dudaba de la autenticidad de las planchas y de la palabra de Roume. El *Institut* encargó a Cuvier que hiciera un informe científico de los restos. Este informe fue presentado en el *Institut de France* en la sesión del 10 de abril de 1796. En él, Cuvier se reafirmaba en su opinión inicial de que se trataba de un cuadrúpedo vivíparo del orden de los edentados situado entre los perezosos y armadillos. Propuso un nuevo género: *Megatherium*, y se podía considerar como un fósil.

Este informe de Cuvier sobre el Megaterio se hizo muy famoso entre los naturalistas y llegó a poder del ingeniero español José Garriga. Este decidió publicar la descripción y adquirió las láminas de Bru junto a la traducción española del informe de Cuvier, añadiendo más datos. El resultado fue la obra titulada *Descripción del esqueleto de un cuadrúpedo muy corpulento y raro, que se conserva en el Real Gabinete de Historia Natural de Madrid* (fue publicado en Madrid, en 1796).

Posteriormente, Cuvier incorporó a su artículo "Sur le Megatherium"³¹⁷ una traducción francesa de la descripción de Bru. El examen de los manuscritos de Cuvier permite conocer que éste dispuso de las planchas de Bru. Este artículo de Cuvier se recogería en su obra *Recherches sur les ossements fossiles de Quadrupèdes* (1812), el primer tratado de paleontología de vertebrados. El *Megatherium* es considerado aquí por Cuvier como una forma "estrella", por cuanto lo presenta como prueba de las extinciones de faunas pasadas, y la correlación de órganos para compararlo con especies actuales.

En 1832, durante su estancia en el Río de la Plata, Darwin encontró huesos de *Megatherium* y de otros mamíferos gigantes en el acantilado de Punta Alta. En cartas a sus familiares citaba al ejemplar existente en Madrid. La reconstrucción que aparece en la figura de correspondiente del *Journal of Researches* (1845) está basada en la de Bru a través de las publicaciones de Cuvier. Las láminas que reproducen los libros de paleontología, suelen estar tomadas de Cuvier. Pero justo es reconocer los méritos que merece Juan Bautista Bru, el verdadero autor.

³¹⁷ Publicado en los *Annales d'Hist. Naturelle*, París, (1804), vol. 5, pág. 376-387.

Del *Megatherium* a las ideas sobre la extinción

El encuentro con el *Megatherium* abrió a Cuvier las puertas al estudio de otras formas de mamíferos fósiles para las cuales no encontró analogía entre los seres vivos. ¿Cómo explicar esta desaparición?. Dado que para él era imposible la evolución, había que comprobar la emigración hacia otro lugar. Por ello, decidió resolver la cuestión de la *extinción* o de la *emigración* estudiando y clasificando a los elefantes, vivos y fósiles. Como los elefantes son tan grandes, se podía pensar razonablemente que no quedaban por descubrir ninguna especie viva. Por tanto, si encontraba elefantes fósiles sin representantes actuales, esto indicaba que se habían *extinguido*. Es más: acudiendo a las ideas de Buffon sobre las épocas de la naturaleza, las extinciones se "escalaban" en el tiempo no acumulándose en una época de Diluvio Universal.

Con estos resultados quedó establecido que algunas especies habían llegado a *extinguirse*. Y esta extinción era episódica, intermitente. Estas ideas chocaban con la doctrina tradicional de que no había habido extinción desde la creación divina de las especies, salvo la catastrófica del Diluvio Universal.

Puede afirmarse que, con Cuvier, el concepto científico de "*extinción*" se introduce en su sentido actual en la literatura científica. Pero la realidad del hecho de la *extinción* no le supuso a Cuvier terrores filosóficos o religiosos. Como científico, necesitaba confirmar con datos sus intuiciones. Para ello dedicó muchos años a la realización de un detallado estudio de otros huesos fósiles de los depósitos de los alrededores de París. En las canteras de yesos de Montmartre descubrió algunos restos de mamíferos que en absoluto parecían tener representantes actuales.

En 1812, Cuvier había recogido tanto material que completó el volumen *Investigaciones sobre los Huesos Fósiles de Cuadrúpedos (Recherches sur les Ossements Fossiles de Quadrupèdes)*, que consta de cinco gruesos volúmenes y se publicó en París entre 1821 y 1824.

Aquí estribaba una de las discrepancias con su compañero de laboratorio y subordinado, Juan Bautista Monet, barón de Lamarck. Este no era capaz de aceptar la posibilidad de un mecanismo natural por el que una especie bien adaptada pudiera llegar a extinguirse, a excepción de los organismos más simples. En este sentido, estaba influenciado por las ideas de Linneo de la economía de la naturaleza. En esa economía equilibrada, la cantidad de individuos de una especie podría aumentar o disminuir, pero nunca extinguirse ésta.

Las causas de las extinciones: Cuvier y el paradigma del *catastrofismo metodológico*

Pero Cuvier fue más adelante: no solo reconoce el *hecho* de las extinciones episódicas (catastróficas) sino que también postula un mecanismo para explicar las *causas* de las mismas. Con la prepotencia del sabio y del jefe, postulaba, defendía y pontificaba que las extinciones eran causadas por gigantescos desastres naturales que se extenderían rápidamente sobre parte del globo, y alterarían profundamente la economía de la naturaleza.

Lamarck, por su parte, arguía que, en caso de catástrofe, las especies se

"**transformaban**" (cambiaban de forma para sobrevivir). Ante la elección entre transformación y extinción, los naturalistas coetáneos de Cuvier, encontraron más sencillo optar por la extinción. A medida que el testimonio fósil se acumulaba, todo coincidía en mostrar la equivocación de Lamarck al rechazar la extinción y el acierto de Cuvier.

Durante los siglos XVIII y XIX se recurrió ampliamente a lo que algunos llaman "*catastrofismo metodológico*", un paradigma global de explicación de los fenómenos de extinción y aparición de especies sin necesidad de acudir a hipótesis transformistas³¹⁸. Según los historiadores de la geología y de la paleontología, Cuvier recurrió a más investigaciones en la cuenca de París buscando pruebas de las causas que habían originado la extinción de las sucesivas especies de vertebrados. Algunas de estas formaciones contenían huesos fósiles de vertebrados junto con conchas fósiles pertenecientes a géneros típicos de agua dulce. En medio de estas formaciones había otras que albergaban conchas fósiles de organismos marinos. Parecía que las formaciones de la Cuenca de París representaban depósitos alternos de agua dulce y salada y esto implicaba algún tipo de cambio en los niveles del mar. Cuvier concluyó que las inundaciones recurrentes por el mar habrían sido el agente que causó las extinciones de los vertebrados terrestres.

La transición de una condición a otra parecía haber ocurrido de manera rápida. Esto condujo a Cuvier a proponer largos períodos de calma interrumpidos por intervalos de cambio súbito. Estos cambios catastróficos, a los que llamó "*revoluciones*", tenían que producirse por una causa natural. La observación de las rocas dislocadas en los Alpes indujo a Cuvier a proponer que, a lo largo del tiempo, había habido grandes convulsiones en el globo, que dieron lugar a hundimientos, elevaciones de montañas e invasiones del mar. Cuvier estaba dispuesto a admitir que la última de estas violentas revoluciones se correspondía con la inundación descrita en el Génesis. El siguiente texto de los *Discours sur les Révolutions de la surface du globe*, es expresivo de su pensamiento:

"Sobre los bancos de pizarras y de margas de las cercanías de París, que encierran huesos de cuadrúpedos de géneros desconocidos y en los cuales se encuentran también conchas de agua dulce y troncos de palmeras petrificados, descansan considerables bancos llenos de innumerable cantidad de productos marinos; y sobre éstos se encuentran otros bancos de agua dulce, pero cuyos huesos y conchas no son los mismos que en los bancos inferiores. Es imposible dar indicios más manifiestos ni claros de una revolución geológica".

De esta manera, la idea de Cuvier de las revoluciones sucesivas se fue enriqueciendo de nuevos datos hasta proponer una síntesis que dio buena explicación de los datos. Esta síntesis incluía la idea de una historia de la vida intensamente direccional, y la idea de que esta historia estaba salpicada de revoluciones repentinas. Las evidencias fósiles mostraban que había existido un desarrollo progresivo de los seres vivos desde los organismos más sencillos de las formaciones antiguas, a los más complejos de la actualidad. Aunque Cuvier nunca creyó en la posibilidad del hombre fósil, sí acepta que las especies fósiles se parecen más a las actuales cuanto más modernas son.

³¹⁸ La más clásica es la obra de R. Hooykaas (1970) *Catastrophism in Geology*. Nieuwe Reeks, Amsterdam. Y más recientemente, la revisión de Trevor Palmer (1996)

Las "creaciones" sucesivas de Cuvier

Pero había otro problema aún no resuelto: Cuvier encontró muchos seres vivos sin representantes fósiles. Ello le llevó a la necesidad de buscar una explicación: ¿cómo aparecían otros organismos nuevos después de la extinción de los antiguos?. Cuvier propone la hipótesis provocadora de las *creaciones sucesivas*, aunque afirmó en algún lugar que no era absolutamente necesaria, pues cabía la posibilidad de que la extinción tras la "revolución" no fuera total, y hubieran quedado organismos vivos en algún lugar escondido.

En su obra *Discours sur les Révolutions de la surface du globe*, expone claramente esta opinión y se muestra claramente favorable al lema de Linneo: *species tot sunt diversae quot ab initio creavit infinitum Ens*. Esto presupone que los seres vivos actuales proceden de regiones más o menos desconocidas de la superficie del globo, ya que existían desde la creación del mundo.

¿Creía Cuvier en la nueva *creación* divina? ¿Eran los "vestigios" enterrados que volvían a activarse tras muchos años enterrados? ¿Existe una "*fuerza creadora*" en la Naturaleza que produce nuevas formas al extinguirse la anteriores?

Será necesario aquí clarificar en qué sentido se habla de "*creación*" en la mente de Cuvier. La cultura dominante nos hace entender, por lo general, la palabra "creación" en un sentido exclusivamente religioso, como la acción de Dios de "crear" algo de la nada. Pero en el mundo de las ideas filosóficas no siempre ha sido así³¹⁹. El término "creación" se ha entendido filosóficamente en cuatro sentidos principales:

- (1) Producción humana de algo a partir de alguna realidad preexistente, pero en tal forma que lo producido no se halle necesariamente en la realidad;
- (2) producción natural de algo a partir de algo preexistente, pero sin que el efecto esté incluido en la causa, o sin que haya estricta necesidad de tal efecto;
- (3) producción divina de algo a partir de una realidad preexistente, resultando un orden o un cosmos de un anterior caos;
- (4) producción divina de algo, a partir de la nada o *creatio ex nihilo*.

El sentido (1) es el que se da usualmente a la producción humana de bienes culturales y muy en particular a la producción o creación artística. Este sentido ha estado ligado con frecuencia (al menos en la filosofía occidental) a los sentidos (3) y (4), la creación divina. Por eso, al artista se le ha deificado, como creador.

El sentido (3) es el que tiene la creación cuando se interpreta en la forma de un demiurgo de tipo platónico. El sentido (4) es el propio de la tradición judeo-cristiana: la creación de la nada, ya presente en la filosofía griega. Tal vez en esto tuvo mucha importancia la figura de Filón de Alejandría.

El sentido (2) ha sido usado especialmente por autores que han dado ciertas interpretaciones a la evolución del mundo y especialmente a las especies biológicas. Es lo que

³¹⁹ José Ferrater Mora (1982) *Diccionario de Filosofía*. Alianza Diccionarios, Madrid, voz "creación".

sucede con la noción de "evolución creadora" en Bergson, pero también en muchos autores que han desarrollado el concepto de "evolución emergente". El debate filosófico se fundamenta en el concepto de Naturaleza que se defiende. En el siglo XVIII irá apareciendo una concepción más flexible según la cual la Naturaleza es una entidad abierta al cambio, inacabada. No está hecha así para siempre. Es más: el ser humano la puede modificar sin por ello tener que dar un golpe de estado y ponerse en lugar de Dios. El debate está entre las posturas "fijistas" (según las cuales "natura non dat saltus" y por ello no puede haber un progreso evolutivo sin intervención de un Ser externo al sistema) y las posturas "transformistas" (según las cuales la naturaleza es una realidad inacabada que se va expresando en el tiempo y en el espacio, bien de forma "preformacionista" o "epigeneticista").

Ambigüedad del uso del concepto de "creación" en Cuvier

Cuvier hablaba en sus escritos de las *sustituciones* de conjuntos de especies por otras más avanzadas. De ahí surgió la hipótesis de las "*creaciones sucesivas*" que desarrollaron sus discípulos. Pero la palabra "*creación*" no tenía para él -en nuestra opinión- un sentido estrictamente teológico y ni siquiera "religioso". La creación es una palabra que se aplica a los organismos animales y vegetales en su conjunto (así, la obra *La Creación* de Juan Vilanova y Piera) va en esa dirección. Es más: casi todos los autores (incluso Darwin) usan indistintamente "*Creación*" y "*Naturaleza*" como una personalización laica sustitutiva de Dios. El mismo Darwin escribe: "La Naturaleza trabaja en los animales y plantas".

Cuvier advierte en algunos textos que la hipótesis de nueva creación no es absolutamente necesaria. Muy bien podría ocurrir que tales *revoluciones* devastasen solamente una parte de la superficie terrestre, quedando restos de las faunas existentes que posteriormente volverían a invadir las antiguas zonas geográficas. En su obra *Discours sur les révolutions de la surface du globe*, expone claramente esta opinión y piensa (siguiendo a Linneo) que las especies son las mismas que hubo al inicio de la creación. Supone que las especies "modernas" ya existían desde siempre aunque "escondidas" en algunas regiones del globo desde donde han migrado hace poco.

Cuvier y la cronoestratigrafía

Un paso importante en la "formalización" de los grandes conceptos geológicos, necesarios para una contrastación empírica de la existencia de las extinciones, fue el establecimiento de Escalas **cronoestratigráficas**. Se desarrolló sobre todo en Turingia y Sajonia, por necesidades de la explotación de las minas. Cuvier y los fundadores de esta técnica en el siglo XVIII y XIX, parten de unas hipótesis parcialmente falsas:

1) que la historia de la Tierra está escrita en las páginas de las rocas como **Libro de la vida**. 2) que las dislocaciones estructurales se deben a fenómenos "catastróficos" súbitos y episódicos. Así, el final de la Era Primaria coincide con discordancias.

3) que muchos de estas dislocaciones tienen amplitud global y que son jalones objetivos para diferenciar épocas del pasado histórico de la Tierra.

4) que los animales y plantas aparecen y se extinguen por un proceso de "**catastrofismo creacionista progresivo**" (**Cuvier**) que hace que, tras una desaparición, aparezca otro grupo más perfecto. Y suponen que la modernidad de estos restos sirve para establecer jalones en la naturaleza.

Aún así, el uso de estos criterios por parte de Cuvier le permitieron detectar las que él llamó "revoluciones" del globo terrestre y le permitieron avanzar en la construcción de la idea de extinción de las especies.

La persistencia de los paradigmas clásicos: Lamarck

El antagonista más duramente combatido por Cuvier es Lamarck. Juan Bautista Pedro-Antonio Monet, caballero de La Marck, más conocido como **Lamarck**, nació en 1744 en Bazentin, al norte de Francia⁵⁸. Era, pues, 25 años más viejo que Cuvier. Estudió en el Colegio de los jesuitas de Amiens. En 1770, Lamarck va a estudiar Medicina a París y posteriormente se dedica a la carrera militar, pero un accidente le obliga a dejar el ejército. Deja la medicina y en 1778 publica una obra sobre la flora francesa (*Flore française*). Esta obra le abre la amistad con Buffon, entonces poderoso personaje en el Jardin du Roi, que le hace académico y lo introduce en este centro prestigioso.

Cuando la Convención crea el Museo de Historia Natural de París, Lamarck es encargado de un curso de zoología (1790) pero en 1795 regresa al mundo de la botánica. En 1800, da a conocer sus primeras ideas transformistas y es el creador de la palabra "biología" en 1802. En 1809, publica la primera edición de la *Philosophie Zoologique*⁵⁹, donde expone sus ideas biológicas. Propone la "transformación" lineal y siempre renovada que, a partir de la generación espontánea, da lugar a una *Scala Naturae* de mayor perfección impulsada por una fuerza interior de cambio y adaptación por el uso y desuso de los órganos.

Otras obras de Lamarck son: *Système des animaux sans Vertèbres* (1801), *Hydrogéologie* (1802), *Philosophie géologique* (1809) 2 vol., *Mémoire sur les fossiles des environs de Paris* (1823). Posteriormente, entre 1815 y 1822, publica los siete tomos de *Historia Natural de los Animales sin Vértebras*. Pobre, solo, enfermo y ciego fallece el día 18 de diciembre de 1829, sin que sus méritos científicos fueran reconocidos. El Elogio fúnebre en la Academia de Ciencias fue encomendado a Cuvier y éste fue muy cruel con él como hemos visto.

A Lamarck se le conoce- por contraposición a Cuvier- como "transformista" biológico. El hilo conductor de sus ideas es que la naturaleza ha ido produciendo, gradual y sucesivamente, y todavía lo hace, los diversos grupos de seres vivos. La creencia en la "generación espontánea" es para Lamarck algo incontrovertible. El texto siguiente sintetiza bien su pensamiento:

"La naturaleza no ha tenido más que producir directamente, es decir, sin el concurso de ningún acto orgánico, los cuerpos organizados más simples, animales o vegetales: y los origina aún del mismo modo, todos los días en lugares y tiempos favorables. Dando a estos cuerpos, que ella misma ha creado, las facultades de alimentarse, crecer, multiplicarse y de conservar cada vez los progresos adquiridos en su organización, en fin, transmitiendo estas mismas facultades a todos los individuos generados orgánicamente, con el tiempo y la enorme diversidad de circunstancias siempre cambiantes, han sido producidos sucesivamente por estos medios los cuerpos vivientes de todas las clases y órdenes" (*Philosophie Zoologique*, vol. I, pág. 274)

⁵⁸ Sobre la vida y obra de Lamarck, ver: Radl, E.M. (1931) *Historia de las Teorías Biológicas*. Revista de Occidente, Madrid, pág. 1-19; Templado, J. (1974) *Historia de las teorías evolucionistas*, Alhambra, pág. 30-42; Coleman, W. (1983) *La biología en el siglo XIX: problemas de forma, función y transformación*. FCE, México, pág. 9-11, 118-121; Rudwick, M.J.S. (1987) *El significado de los fósiles*. Hermann Blume, Madrid, pág. 156-165, 169-171, 198-201, 274-278; Young, D. (1998) *El descubrimiento de la Evolución*. Libros del Serbal, Barcelona, pág. 87-97.

⁵⁹ Hay una versión resumida en castellano: Lamarck (1971) *Filosofía Zoológica*. Presentación de Joan Senent Josa. Editorial Mateu, Barcelona, 223 páginas, con una extensa bibliografía.

Desde esta perspectiva, no tiene sentido en la mente de Lamarck hablar de "especies" ni de "extinciones". Es toda la materia viva como un gran flujo con conciencia que se "transforma", se "adapta" a las nuevas circunstancias por uso y desuso de los órganos. Esta transformación lamarckiana es siempre gradual, lenta, continua y progresiva.

Lamarck era deísta: consideraba a la naturaleza como un *poder* u *orden de cosas* con sus propias leyes, pero siempre sujetas al Supremo Hacedor. Sigue la opinión del siglo XVIII de que todos los seres vivos forman una *gran cadena* o *escala* desde los más sencillos a los más complejos⁶⁰; pero esta secuencia de organismos se consideraba solo en plan puramente morfológico, de ordenación en el espacio y no en el sentido de que tuviera continuidad en "el tiempo", es decir, que unos descendieran de otros. Lamarck, sin embargo, introduce la dimensión biológica de descendencia a la *Scala Naturae*, en cuya cúspide sitúa al hombre. Además no hay una sola cadena de seres, sino dos series separadas, los animales y los vegetales.

Lamarck mantenía una teoría del estado estacionario que luego recuperará Hutton y luego Lyell. En su pensamiento el tiempo no tiene principio ni fin. Todo está en proceso. Las especies no existen. Solo el flujo continuo de la vida que siempre está empezando. Por ello, son escasas las referencias de Lamarck a las especies extinguidas. Y dentro de su mentalidad es prácticamente imposible la extinción, pues la vida es un proceso siempre actuando y transformándose pero sin extinguirse lo que existía.

El pensamiento evolutivo de Lamarck se desarrolló durante el cambio de siglo, en el contexto de un vivo debate sobre la extinción. Tanto Cuvier como Lamarck estaban de acuerdo en que las migraciones podían ser, hasta cierto punto, la explicación de las diferencias entre las formas fósiles y las formas vivas. Pero discrepaban en la idea de extinción. Para Lamarck, las especies se transforman. Para Cuvier, se extinguían. Lamarck no era capaz de contemplar un mecanismo natural por el que una especie bien adaptada pudiera llegar a extinguirse, a excepción de los organismos más simples. En este aspecto estaba influenciado por la idea de Linneo de la "economía de la naturaleza". Linneo y otros naturalistas reconocían una "lucha entre seres" en la que una especie se come a otra. Sin embargo, pensaba que todas estas relaciones ecológicas se ajustaban mutuamente estableciéndose un equilibrio general. En esa *economía* equilibrada de la naturaleza, la cantidad podría aumentar y disminuir, pero ninguna especie llegaría a extinguirse. La obra de Lamarck es una obra de transición y junto a intuiciones brillantes mantiene errores y concepciones anticuadas, como son las de la generación espontánea.

En esto chocó frontalmente con Cuvier, para el cual no existía transformación en los seres vivos, sino extinción catastrófica y nueva creación.

Los fósiles y la extinción de las especies en el debate Neptunismo-Plutonismo en el siglo XVIII

En el siglo XVIII, paralelamente a las ideas geológicas y biológicas subyacentes a la confrontación entre Cuvier y Lamarck en París tiene lugar otro debate de gran

⁶⁰ Desde el punto de vista filosófico, estas ideas las ha desarrollado recientemente el profesor Gustavo Bueno (1998) Los límites de la Evolución en el ámbito de la *Scala Naturae*. En: Molina, E., Carreras, A. y Puertas, J. edir. *Evolución y Racionalismo*. Universidad de Zaragoza, páginas 49-88.

trascendencia geológica con implicaciones en filosofía y teología: es el debate entre dos escuelas de pensamiento que revelan dos modos diferentes de entender el mundo. Se trata del debate entre lo que se ha dado en llamar el Neptunismo y el Plutonismo, como Teorías de la Tierra opuestas, confrontadas y enfrentadas. Dos modos diferentes de entender los procesos de una misma realidad.

La Historia de la Geología entre 1780-1840.

El período entre 1780 y 1840 es considerado por los historiadores de la Geología como uno de los más fecundos en el desarrollo de esta ciencia. Se le suele denominar el "período heroico" de la Geología. Durante el mismo se pusieron los fundamentos epistemológicos de las modernas Ciencias de la Tierra. En 1780 se conocía muy poco sobre los procesos que condicionaban la dinámica terrestre pese a los esfuerzos de los primeros ingenieros de minas, los mineralogistas, los coleccionistas de fósiles y los geógrafos y, sobre todo, se trataba de un conocimiento fragmentario, poco estructurado. Medio siglo más tarde, el panorama había cambiado sensiblemente. El uso del principio de actualismo (propuesto por James Hutton, que considera el presente como la llave para la interpretación del pasado) junto con modelos explicativos sobre las causas de los fenómenos geológicos, dieron lugar a lo que puede considerarse la primera Teoría de la Tierra@ suficientemente estructurada y universalmente aceptada.

Los especialistas en Historia de la Geología diferencian tres períodos en la evolución de las ideas geológicas entre 1780 y 1840: el primero de ellos se desarrolla entre 1780 y 1810, y está dominado por los debates entre Neptunistas y Plutonistas. Aunque la ciencia no es obra de un individuo sino de una colectividad, los nombres de Abraham Gottlob Werner (1750-1817) y de James Hutton (1726-1797) y sus seguidores ocupan el escenario histórico.

El comienzo del segundo período histórico, relevante en el proceso de construcción del paradigma uniformitarista, puede relacionarse con la creación de la *Sociedad Geológica de Londres* en 1807. Haciendo explícito el intento de desarrollar el programa científico baconiano, los miembros de esta prestigiosa Sociedad científica (uno de cuyos representantes más conocidos fue William Smith (1769-1839) que, siendo sólo agrimensor, desarrolló un amplísimo programa basado en los mapas geológicos, las observaciones estratigráficas y los fósiles) cumplió una función muy importante en el nacimiento y desarrollo de la Geología. Charles Lyell fue Presidente de la misma desde 1835 y Charles Darwin, Secretario desde 1838.

El tercer período histórico está marcado por la vuelta del debate entre los catastrofistas y los uniformitaristas. En realidad se trata de una controversia que se remonta a la antigüedad clásica, en el que el Diluvio Universal y la cronología bíblica ocuparon muchas veces la posición central y que, si exceptuamos el período comprendido entre 1840 y 1960, ha estado siempre presente entre filósofos, naturalistas o geólogos. La fase del debate que aquí nos ocupa corresponde a la década comprendida entre 1830, con la publicación del primer volumen de *Principles of Geology* y el año 1840. En estos últimos años el catastrofismo estuvo representado sobre todo por Georges Cuvier (1769-1832) en Francia y William Buckland (1784-1856) en Inglaterra.

Neptunismo-Plutonismo

La historia de la construcción de las ideas sobre las extinciones biológicas cambia de continente y cambia de paradigma en el sentido de Kuhn⁶¹. Nos trasladamos a las Islas Británicas. Primero a Edimburgo en Escocia y luego a Inglaterra. Dentro del *paradigma "catastrofista"* se desarrollan dos Teorías de la Tierra alternativas y excluyentes que pugnan por sustituir las ideas del siglo XVIII. La geología del siglo XVIII en los países anglosajones está atravesada por el debate sobre el origen de las rocas: ¿cómo se han formado las rocas del planeta? Es la época del auge de la geología en Gran Bretaña y Alemania gracias al desarrollo industrial.

1. Neptunismo. Es el primero de los modelos explicativos del origen de las rocas. Este modelo atribuye exclusivamente a la acción del agua (tanto marina como continental, tanto superficial como subterránea) la formación de las rocas de la corteza terrestre. Esta teoría es antigua. Ya en Thales de Mileto y Xenófanes está presente. En el siglo XVIII reaparece con **Abraham Gottlob Werner** (1750-1817), profesor en Freiberg (Sajonia). Sus teorías cundieron por Francia e Italia. Por los datos históricos que poseemos, a su Escuela en Freiberg acudían estudiantes de toda Europa, entre ellos algunos españoles que luego sería muy conocidos, como Casiano de Prado.

De hecho, sus hipótesis se fundamentan sólo en observaciones efectuadas en Alemania, y al generalizar se comenten errores. El fundador y cabeza visible de esta escuela geológica, **Werner**, comprendió perfectamente los fenómenos sedimentarios: había visto que las rocas se disponían en estratos paralelos adaptándose a un fondo irregular. Creía, sin embargo, que los relieves terrestres provenían del inicio de la creación. En un principio, los depósitos cubrían todo el globo terrestre, pero poco a poco se evapora el mar y los relieves van apareciendo bajo él. Ahora bien, cuando Werner se enfrenta con el problema del origen de las rocas plutónicas debe explicarlas también de esa manera y cae en absurdos: para él, los granitos y basaltos son antiguas rocas sedimentarias que se han "tostado" en un mar hondo (cercano al calor central) y que recristalizan así. Aparecen porque el mar se ha evaporado o porque surgen por filones.

El gran mérito de Werner es haber creado el orden cronológico de los terrenos, aunque dejándose llevar de ideas erróneas sobre el origen de las rocas. El primer catedrático de Geología de la Universidad de Madrid, Juan Vilanova y Piera, en su *Geología*, habla de "formaciones neptúnicas", y las figuras de sus libros rezuman neptunismo⁶².

Werner no cree en la tectónica puesto que en la Tierra no hay tensiones internas y las deformaciones que existen tienen su origen en el comienzo del mundo. Años más tarde, en 1819, los Wernerianos ridiculizan a Steno porque defendía que los estratos de las montañas se habían alterado por fuerzas internas.

2. Plutonismo. La segunda Teoría de la Tierra que agrupa dentro de ella a una amplia escuela es la del Plutonismo. Según éste, los elementos de la corteza se han formado por influjo del calor central de la Tierra. Tal vez sea **James Hutton** (1726-1797)

⁶¹ Kuhn, T.S. (1975) *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. FCE, México.; Kuhn, T.S. (1973) *Segundos pensamientos sobre los paradigmas*. Tecnos, Madrid.

⁶² Sequeiros, L. (1984) Impacto del darwinismo en la paleontología española: Juan Vilanova y Piera (1821-1893). *Actas II Congreso Sociedad Española de Historia de la Ciencia, Jaca*, 1982, tomo I, pág. 523-538.

el padre de este paradigma⁶³. Los historiadores de las Ciencias de la Tierra⁶⁴ suelen aceptar que con el escocés **James Hutton** (1726-1797) y sus teorías plutonistas se inicia la geología como ciencia formalizada con unos "principios metodológicos" que le confieren el estatuto de "ciencia". Hutton estudió en La Sorbona (París) y en Leyden (Holanda), donde obtuvo el doctorado con una tesis sobre la circulación de la sangre. Hutton estaba muy influido por las ideas de Isaac Newton. De acuerdo con la metáfora newtoniana, la Tierra, al igual que el universo, es un gigantesco mecanismo que se mueve con una gran fidelidad, como un reloj perfectamente sincronizado. Para Hutton, el tiempo es newtoniano, como un círculo sin principio ni fin. Los planetas, igual que los ciclos geológicos, giran en sus órbitas indefinidamente y sus leyes reflejan la sabiduría del Hacedor en un ciclo que no exige necesariamente un inicio ni un final⁶⁵.

Solterón empedernido, como Werner, **Hutton** permaneció en su ciudad toda su vida, centrando su actividad social en torno al aristocrático Oyster Club. Allí acudían sus amigos, entre los que se encontraban el químico Joseph Black, el matemático John Playfair y el economista Adam Smith. Puesto que el filósofo David Hume también vivía en Edimburgo, no es de extrañar que esta ciudad fuera conocida como la Atenas del norte. De todos ellos, el que más influencia científica tuvo sobre Hutton fue Joseph Black con el que discutía a menudo.

Hutton dedicó los últimos años de su vida a la observación directa de las rocas y al registro de las acciones de los procesos naturales. Su contribución científica principal, el principio del *actualismo* se presentó en sus escritos ante la *Royal Society of Edinburgh* en 1785⁶⁶.

La obra geológica de Hutton

Las ideas de Hutton fueron recogidas más tarde en su obra publicada en dos volúmenes, *Theory of the Earth with proofs and Illustrations*, publicada en 1795. El tercer volumen estaba parcialmente terminado cuando falleció. El punto de vista de Hutton es que los fenómenos geológicos del mundo pueden ser explicados en términos de procesos observables, y que esos procesos actúan ahora sobre y en el interior de la Tierra operando con uniformidad a lo largo de inmensos períodos de tiempo. Desde entonces, la geología es una ciencia fundada sobre el principio de actualismo. Según su biógrafo Playfair (1902), Hutton como científico reunía una capacidad poco corriente de observación, penetrante y aguda, con la capacidad de discurrir teorías originales y audaces⁶⁷.

⁶³ S.J. Gould. (1992) *La flecha del Tiempo*. Alianza Universidad. Rudwick, M.J.S. (1987) *El significado de los Fósiles*. Hermann Blume, Barcelona. Hallam, A. (1985) *Grandes Controversias Geológicas*. Edit.Labor. Sequeiros, L. (1998) Charles Lyell: la ciencia y la religión. *Proyección*, Granada.

⁶⁴ Hallam, A. (1985) *Grandes Controversias Geológicas*. Labor-MEC, Barcelona, pág.1-28; Rudwick, M.J.S. (1987) *El significado de los fósiles*. Hermann Blume, Madrid; Adams,J. (1938) *The birth and development of the Geological Sciences*. Dover Publicat., New York, 506 páginas.; Ellenberger,F. (1984) *Histoire de la Géologie. II*. Lavoisier, París.

⁶⁵ Una revisión epistemológica de muchas de estas ideas se puede encontrar en C.C. Albritton, Jr., Editor, *Uniformity and Simplicity*. Special GSA Papers, n1 89. Agradezco al profesor Cándido M. García Cruz de Tenerife la información sobre este trabajo.

⁶⁶ Recientemente se ha publicado la traducción castellana de esta obra: García Cruz, C.M. (1999) Resumen de la *Teoría de la Tierra* (1785) de James Hutton. *Ilull*, Zaragoza, 22(43), pág.223-238 (con abundante bibliografía).

⁶⁷ Para una síntesis más amplia del pensamiento de Hutton, ver: Sequeiros, L. , Pedrinaci, E., Berjillos, P. y

Por otra parte, Hutton estaba muy influido por las ideas de Isaac Newton. Una interpretación de Newton común a los filósofos de la época es que el "éter" o "fluido sutil" eran las causas de una serie de fenómenos físicos que iban desde la gravitación y el calor a la electricidad y magnetismo. Hutton es fiel a esa tradición. Para él, el calor fluido era transformado en el interior de la Tierra en "calor latente" (un concepto introducido por su amigo el químico Black) que causa la fluidez que precede a la consolidación, expansión y elevación de la superficie de la Tierra.

Su visión fisiológica y organicista del mundo está bien expresada en este texto:

"Toda la superficie de la Tierra está formada conforme a un sistema regular de elevaciones y depresiones, colinas y valles, afluentes y ríos, y esos ríos devuelven las aguas de la atmósfera a la masa general, de igual forma que la sangre, volviendo al corazón, es conducida a través de las venas" (Hutton, 1795, tomo II, pág. 533)....

"Así somos inducidos a ver la circulación como materia de este mundo, a semejanza de un sistema de grandiosa economía en las obras de la naturaleza. Este planeta, como el cuerpo de un animal, es desgastado al mismo tiempo que es reparado. Tiene una etapa de crecimiento y aumento y otro de disminución y decadencia" (Hutton, 1795, tomo II, pág. 562)

De acuerdo con la metáfora newtoniana, la Tierra, al igual que el universo, es un gigantesco mecanismo que se mueve con una gran fidelidad, como un reloj perfectamente sincronizado. Para Hutton, el tiempo es newtoniano, como un círculo sin principio ni fin. Los planetas, igual que los ciclos geológicos, giran en sus órbitas indefinidamente y sus leyes reflejan la sabiduría del Hacedor en un ciclo que no exige necesariamente un inicio ni un final.

El actualismo como principio metodológico.

Hutton dedicó sus últimos años a la observación directa de las rocas y a observar las acciones de los procesos naturales. Su contribución científica principal, el principio del **actualismo** (uniformismo) se presentó en sus escritos ante la Royal Society of Edinburgh en 1785. Dos de esos trabajos fueron publicados en 1788 en las *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* bajo el título *Theory of the Earth, or an Investigation of the Laws Observable in the composition, dissolution and restoration of Land upon the Globe*. Este principio del **actualismo** será el fundamento epistemológico del nuevo paradigma (el **paradigma uniformitarista**) que será acuñado por Charles Lyell a partir de 1830.

El punto de vista de Hutton es que los fenómenos geológicos del mundo pueden ser explicados en términos de procesos observables, y que esos procesos actúan ahora sobre y

García de la Torre, E. (1997) James Hutton y su Teoría de la Tierra (1795): consideraciones didácticas para Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, AEPECT, 5(1), pág. 11-20; y también: Bailey, E.B. (1950). James Hutton, the founder of Modern Geology (1726-1797). *Royal Soc. Edinburgh Proceed.* vol.63, sec.B, 357-368. ; Dean, D.R. (1975). James Hutton on Religion and Geology: the unpublished preface to his Theory of the Earth (1788). *Annales Science*, 3, 187-193.; Dean, D.R. (1992). *James Hutton and the History of Geology*. Cornell University Press, 303 páginas. ; Hutton, J. (1788). Theory of the Earth. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1, 209-305.; Hutton, J. (1795). *Theory of the Earth with proofs and Illustrations*. William Creech edit, Edimburgo.; McInthyre, D.B. (1970). James Hutton y la Filosofía de la Geología. En: Albritton Jr, C.C. edit. *La Filosofía de la Geología*, CECSA, México, 11-24.; O'Rourke, J.E. (1978). Comparison of James Hutton's Principles of Knowledge and Theory of the Earth. *Isis, History of Science*, 69, 4-20.; Playfair, J. (1802). *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*. William Creech edit., Edimburgo.

en el interior de la Tierra operando con uniformidad a lo largo de inmensos períodos de tiempo. Estos dos trabajos marcan el punto de partida de la geología. Desde entonces, la geología es una ciencia fundada sobre el principio de actualismo.

Las ideas de Hutton chocaron con el punto de vista de los geólogos de su tiempo. Al final del siglo XVIII se conocían muchas cosas sobre las rocas, los estratos y los fósiles, pero no se integraban en una teoría global de la geología. Es más: en su tiempo muchos naturalistas, filósofos y teólogos pensaban que la Tierra había sido creada 6.000 años antes de acuerdo con la narración del Génesis. Las rocas sedimentarias creían los geólogos de su época se habían formado cuando inmensas cantidades de minerales habían precipitado en el fondo del mar bíblico. Del mismo modo, las montañas se habían formado en la creación inicial y desde entonces se habían ido desgastando. El significado de la formación de rocas por medio del vulcanismo y otros procesos generados por calor en la corteza de la Tierra eran casi completamente desconocidos, igual que la existencia de rocas ígneas en general.

Hutton nunca trató directamente de los fósiles y por ello, nunca se interesó por los problemas de la extinción de las especies biológicas del pasado. Su contribución fundamental en este asunto el proponer los fundamentos epistemológicos que servirán a Charles Lyell y a Charles Darwin para sus paradigmas científicos.

Supuesto todo lo anterior para conocer la herencia cultural y científica de Cuvier, **Nos vamos a centrar en una de las obras más importantes de Georges Cuvier, de la que se cumplen 200 años:**
1825: *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal*

Pero esta vez en 1825, Cuvier va a imprimir una edición independiente del *Discours* (París, G. Dufour et d'Ocagne, 1825, vol 1, in 8ª), así como las traducciones al inglés y alemán. Estos son los datos: 1825: *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal*. 3ª edición, París, G. Dufour et E. d'Ocagne, hay una reedición de 1830 (6ª edición) <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k110696n> 425 páginas. Texto: 1-366 apéndices sobre el IBIS 567-408 + 6 láminas 1840: Séptima edición 423 páginas (con anexo de Ibis) <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6226540b>
 1881: *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal*. Gallica, 385 páginas. Boris, Noticia histórica: I-XXXIX (40 páginas) + texto 1-217 pág. + Elogios 218-335 pp

Esta tercera edición, primera independiente, suele ser la base para las traducciones posteriores. La séptima edición del *Discours* (París, Dufour et D'Ocagne, 1830, un volumen en 8ª) es una revisión aumentada.

El fundador de la paleontología como ciencia, Georges Cuvier, se encuentra también entre los iniciadores de la anatomía comparada moderna. Cuvier establece el principio de subordinación de órganos y correlación de formas. Propone así una clasificación del reino animal en cuatro "ramas" (articuladas, vertebrados, moluscos, radiales) y ello, estructurando el estudio de la anatomía comparada de los

animales y cuestionando la cadena de los seres . El sistema nervioso, el respiratorio y los órganos cada vez más subordinados indican sucesivamente el orden , la familia , el género y finalmente la especie.

Gracias a esta ley, pudo crear, por así decirlo, un mundo nuevo: habiendo establecido mediante numerosas observaciones, como muchos otros antes que él, Leonardo da Vinci , Georges Buffon , Gottfried Leibniz , François-Xavier de Burtin que debe haber En la superficie del globo existieron animales y plantas hoy desaparecidos, logró reconstruir estos seres de los que apenas quedan algunos fragmentos informes y clasificarlos metódicamente.

Por último, dio nuevas bases a la geología, al proporcionar los medios para determinar la edad de las capas sedimentarias por la naturaleza de los fósiles que contienen. Fue él, en particular, quien llamó “jurásico” al período medio de la “era secundaria”, en referencia a las capas del macizo del Jura , que conocía bien.

Cuvier también aplicó sus puntos de vista sobre la correlación de partes a un análisis sistemático del estudio de los fósiles que había excavado. Reconstruyó esqueletos completos de cuadrúpedos fósiles desconocidos hasta entonces. Estos constituían una nueva y sorprendente evidencia de que especies enteras de animales se habían extinguido.

Además, distinguió una secuencia notable en las criaturas que exhumó. Los capas más profundos y remotos contenían restos de animales (salamandras gigantes, reptiles voladores y elefantes extintos) que eran mucho menos similares a los animales que viven ahora que los encontrados en las capas más recientes.

Resumió sus conclusiones, primero en 1812 en sus *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes* (“Investigaciones sobre los huesos de los vertebrados fósiles”), que incluía el ensayo “Discours préliminaire” (“Discurso preliminar”), así como en la ampliación de este ensayo en forma de libro en 1825, *Discours sur les révolutions de la Surface du Globe* (“Discurso sobre las revoluciones del globo”).

Cuvier se opone al *Actualismo* o Uniformitarismo (término utilizado por William Whewell en 1832: "Las conmociones actuales son las mismas que las del pasado"), y está de acuerdo con las ideas fijistas (refiriéndose en particular a la creación divina) y catastrofistas. . No se trata de extinciones masivas , sino de grandes extinciones (que él llama "revoluciones globales") a través de desastres como inundaciones o terremotos, siendo la Tierra luego repoblada por una nueva creación o migraciones después de estos desastres. Por cautela hacia las autoridades religiosas, excluyó al hombre de esta historia geológica.

En su obra *Recherches sur des ossemens fossiles des quadrupedes* (1812), cuyo discurso preliminar había sido desmembrado en 1825 y publicado bajo el título *Discurso sobre las revoluciones de la superficie del Globo* , Cuvier defiende la idea de que la desaparición y aparición de varios las especies al mismo tiempo son el resultado de crisis locales. Pero Cuvier fue más adelante: no solo reconoce el *hecho* de las extinciones episódicas (catastróficas) sino que también postula un mecanismo para explicar las *causas* de las mismas. Con la prepotencia del sabio y del jefe, postulaba, defendía y pontificaba que las extinciones eran causadas por gigantescos desastres naturales que se extenderían rápidamente sobre parte del globo, y alterarían profundamente la economía de la naturaleza.

Su antagonista científico en París, Juan B. Lamarck, por su parte, arguía que, en

caso de catástrofe, las especies se "**transformaban**" (cambiaban de forma para adaptar su organismo para sobrevivir). Ante la elección entre transformación y extinción, los naturalistas coetáneos de Cuvier, encontraron más sencillo optar por la extinción. A medida que el testimonio fósil se acumulaba, todo coincidía en mostrar la equivocación de Lamarck al rechazar la extinción y el acierto de Cuvier.

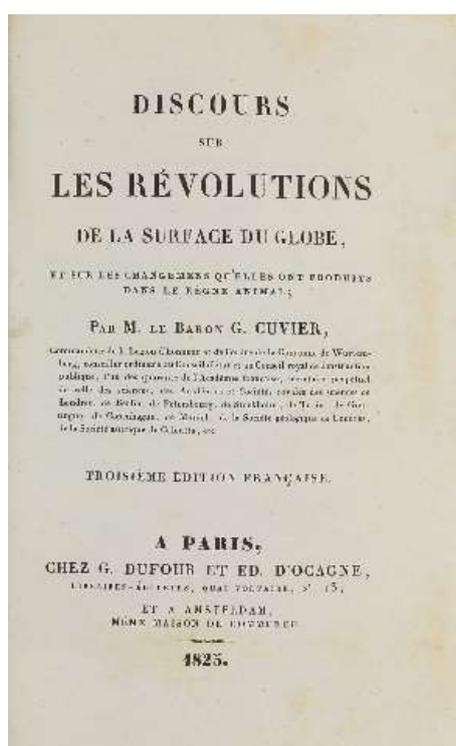
Durante los siglos XVIII y XIX se recurrió ampliamente a lo que algunos llaman "*catastrofismo metodológico*", un paradigma global de explicación de los fenómenos de extinción y aparición de especies sin necesidad de acudir a hipótesis transformistas. La más clásica es la obra de R. Hooykaas (1970) *Catastrophism in Geology*. Nieuwe Reeks, Amsterdam. Y más recientemente, la revisión de Trevor Palmer (1996) Según los historiadores de la geología y de la paleontología, Cuvier recurrió a más investigaciones en la cuenca de París buscando pruebas de las causas que habían originado la extinción de las sucesivas especies de vertebrados. Algunas de estas formaciones contenían huesos fósiles de vertebrados junto con conchas fósiles pertenecientes a géneros típicos de agua dulce. En medio de estas formaciones había otras que albergaban conchas fósiles de organismos marinos. Parecía que las formaciones de la Cuenca de París representaban depósitos alternos de agua dulce y salada y esto implicaba algún tipo de cambio en los niveles del mar.

Cuvier concluyó que las inundaciones recurrentes por el mar habrían sido el agente que causó las extinciones de los vertebrados terrestres. La transición de una condición a otra parecía haber ocurrido de manera rápida. Esto condujo a Cuvier a proponer largos períodos de calma interrumpidos por intervalos de cambio súbito. Estos cambios catastróficos, a los que llamó "*revoluciones*", tenían que producirse por una causa natural. La observación de las rocas dislocadas en los Alpes indujo a Cuvier a proponer que, a lo largo del tiempo, había habido grandes convulsiones en el globo, que dieron lugar a hundimientos, elevaciones de montañas e invasiones del mar. Cuvier estaba dispuesto a admitir que la última de estas violentas revoluciones se correspondía con la inundación descrita en el Génesis.

El Discurso sobre las revoluciones de la superficie del globo y sobre los cambios que han producido en el reino animal. 1825. Georges Cuvier

[Victorian Web Inicio —> Ciencia —> Textos científicos en este sitio —> *Discursos sobre las revoluciones de la superficie del globo* —> Siguiente]

Discours sur Les Révolutions De La Surface Du Globe, et Sur Les Changemens Qu'elles Ont Produits Dans Le Règne Animal. CUVIER, Georges L.C., Baron. Editorial: Chez G. Dufour et Ed. D'Ocagne, Paris, 1825. Precisamente, en los fondos aún no catalogados de la Biblioteca de la Facultad de Teología de Granada, hay una edición de las obras de Buffon con anotaciones de Cuvier. [Buffon, G.L.L. (1832) *Obras completas, aumentadas por Cuvier y traducidas por P.A.C.L.* Barcelona, 59 tomos en 28 volúmenes]. Este recoge del primero muchos de los elementos que luego reelaborará en su constrastación con los datos empíricos de la investigación de campo.



- Advertencia
- Prefacio
- Exposición
- Primera aparición de la tierra; Primera evidencia de revoluciones
- Evidencia de que estas revoluciones fueron numerosas
- Evidencia de que estas revoluciones fueron repentinas
- Evidencias de que hubo revoluciones antes de la existencia de los seres vivos

- Examen de las causas que todavía actúan hoy en la superficie del globo.
- Depósitos bajo el agua
- Volcanes; Causas astronómicas constantes.
- Sistemas antiguos de geólogos; Sistemas más nuevos; Divergencias de todos los sistemas; Causas de estas discrepancias; Naturaleza y condiciones del problema; Motivo por el cual se descuidaron las condiciones; Avances en geología mineral.
- Importancia de los fósiles en geología; Especial importancia de los huesos fósiles de cuadrúpedos; Hay pocas esperanzas de descubrir nuevas especies de grandes cuadrúpedos
- Los huesos fósiles de cuadrúpedos son difíciles de determinar; Principio de esta distribución; Tablas de resultados generales de estas investigaciones; Relaciones de especies con ponedoras; Las especies perdidas no son variedades de especies vivas; No hay huesos humanos fósiles
- Evidencia física de la novedad del estado actual de los continentes; Aterrizajes; Paseo por las Dunas; Pantanos y deslizamientos de tierra; La historia de los pueblos confirma la novedad de los continentes; La excesiva antigüedad atribuida a determinados pueblos no tiene nada de histórico.
- Los monumentos astronómicos dejados por los antiguos no guardan las fechas excesivamente remotas que creíamos ver allí.
- El zodíaco está lejos de llevar en sí una fecha determinada y excesivamente

lejana; Exageraciones relativas a geología; Resumen de observaciones sobre determinadas obras mineras sucesión de tierras. enumeración de animales fósiles reconocidos por el autor

Conclusiones generales relativas a la época de la última revolución; Ideas para futuras investigaciones en Notas

El itinerario científico de las ideas de Georges Cuvier

Para seguir con precisión histórica el devenir de las ideas científicas de Cuvier sobre la vida en el planeta Tierra, acudimos a un interesante trabajo de 2009 cuyo autor es Philippe Grandchamp publicado en *Travaux du Comité Français d'Histoire de la Géologie (COFRIGÉO)*, troisième serie, t. XXIII, 2009, n° 2 (séance du 11 mars 2009)

Des leçons de géologie du Collège de France au Discours sur les révolutions de la surface du Globe: quatre étapes successives du cheminement intellectuel de Cuvier

Podemos decir, resumidamente, que El *Discurso sobre las revoluciones de la superficie del globo* de Cuvier, publicado en 1825, es la tercera versión de un texto impreso por primera vez en 1812 bajo el título Discurso preliminar para servir de introducción a los cuatro volúmenes de *Recherches sur les ossements fossiles*.

[La palabra “Révolutions” tiene raigambre política e histórica. Las *Revoluciones de los Orbes de los Cielos* de Nicolás Copérnico es el título con el que suele conocerse a la revolución científica que se produce en Europa Occidental, representada en la astronomía por el paso del tradicional *sistema ptolemaico* geocéntrico al innovador *sistema copernicano* heliocéntrico, iniciada en el siglo XVI por Nicolás Copérnico (cuya obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, (1543) no alude al tradicional concepto de revolución, sino al de ciclo o trayectoria circular de los cuerpos celestes) y culminada en el siglo XVII por Isaac Newton. En gran parte como consecuencia de esta revolución, el panorama intelectual de finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII se considera la crisis de la conciencia europea y abrirá el siglo XVIII como *Siglo de las luces* o de la Ilustración. En el modelo real de Copérnico la órbita de cada planeta, excepto la Tierra, es la resultante de la composición de dos círculos (deferente y epiciclo). La expresión revolución copernicana o giro copernicano ha pasado a ser popularmente sinónimo de «cambio radical» en cualquier ámbito. La transición de la sociedad occidental desde la Edad Media hacia la Edad Moderna, en su aspecto de cambio de mentalidad hacia la modernidad, significó una nueva consideración de la naturaleza desde un nuevo pensamiento científico, permitido por el uso de la razón humana sin sujeción al principio de autoridad. Desde el Renacimiento, el antropocentrismo humanista sustituye al teocentrismo de la escolástica. El Barroco revalorizará los sentidos y la experiencia como fuente de conocimiento. Racionalismo y empirismo serán dos orientaciones filosóficas opuestas, pero complementarias. NOTA del traductor]

Hasta ahora, esta primera versión ha sido considerada como la forma más inmediata de expresión de las doctrinas de Cuvier sobre la historia del Globo. Pero el reciente descubrimiento de dos cursos de geología impartidos por Cuvier en el Collège de France en 1805 y 1808 y anotados por el geólogo Jean-Baptiste d'Omalius d'Halloy proporciona nueva información sobre cómo Cuvier reunió los materiales que utilizó para escribir su Discurso.

Si la lectura de estas lecciones manuscritas permaneció inédita permite constatar que la mayoría de las ideas contenidas en el Discurso fueron presentadas varios años antes por Cuvier como parte de la enseñanza de geología que impartió en el Collège de France, también muestra que, durante estos mismos años,

Cuvier fue tomando conciencia de la dimensión geo-histórica que podía presentar el estudio de los fósiles y de la tierra que los contiene. Esto le llevó a considerar la geología ya no como una colección de sistemas puramente especulativos que no podían ser tomados en serio, sino como una ciencia positiva cuyo propósito era la construcción de una teoría racional de la Tierra, de la cual el catastrofismo era sólo uno de los atributos.

Georges Cuvier

1825

**DISCOURS SUR LES RÉVOLUTIONS DE LA SURFACE DU
GLOBE et sur les changements qu'elles ont produits dan le Regne
Animal**

**DISCURSO SOBRE LAS REVOLUCIONES DE LA
SUPERFICIE DEL GLOBO y de los cambios que ellas han
producido sobre el Reino Animal.**

[La traducción del texto se ha realizado desde las ediciones originales del texto de la *Enciclopedia Gallica*, correspondientes a los años 1830 (7ª edición) y 1881, y ambas han sido cotejadas como originales) Pero esta vez, se va a imprimir una edición independiente del *Discours* (París, Dufour et d'Ocagne, 1825, in 8ª), así como las traducciones al inglés y alemán.

1825: *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal*. 3ª edición, París, G. Dufour et E. d'Ocagne, hay una reedición de 1830 (6ª edición) <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k110696n> 425 páginas. Texto: 1-366 apéndices sobre el IBIS 567-408 + 6 láminas

1840: Séptima edición 423 páginas (con anexo de Ibis) <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6226540b>

1881: *Discours sur les révolutions de la Surface du globe et sur les changements qu'elles on produits dans le règne animal*. Gallica, 385 páginas. Boris, Noticia histórica: I-XXXIX (40 páginas) + texto 1-217 pág. + Elogios 218-335 pp

<p>[A lo largo de la historia de la geología, ha habido intensas controversias sobre la edad de la Tierra. La pregunta estaba abierta en tiempos de Cuvier, en los que en los ambientes calvinista dominaba la llamada cronología bíblica. Esta postura de un actual “creacionista” puede aclarar las ideas. Desde nuestra</p>
--

perspectiva podemos preguntar: dicen que la Tierra tiene 4.500 millones de años.. ¿Cómo lo saben? ¿Cuáles son sus testigos? ¿Cuáles son sus pruebas? Una cosa que yo pienso que es uno de los cuentos chinos más grandes de la historia, junto al evolucionismo, y el calentamiento global antropogénico, es la teoría de la Tierra antigua, que básicamente postula que nuestro planeta tiene alrededor de 4.500.000.000 de años y no alrededor de 6.000 años como desde SIEMPRE ha enseñado el Magisterio Tradicional infalible de la Santa Iglesia Católica. Los datos indican que la Tierra es joven, por la supuesta "evidencia científica", que indicaría que nuestro planeta tiene miles de millones de años, y el universo aún más joven, lo cual habría surgido de la nada, sin motivo, por puro azar. Lo único que podemos estar de acuerdo con esa visión, es que el universo surgió de la nada, pero no por puro azar, sino porque Dios lo creó; tal visión es la creacionista, opuesta a la evolucionista. Pero dentro de la postura creacionista hay dos grandes vertientes: la tradicional, que es la que dice que el Génesis debe interpretarse de forma literal (siempre que la misma no se haga imposible, tal como enseña el Magisterio de la Iglesia) y que por ende, todo el universo tiene alrededor de seis mil años; y la moderna, que dice que el Génesis se debe interpretar como una metáfora y que los seis días de la Creación, serían eras que durarían mucho tiempo. Si bien es cierto, que esta segunda postura no debe descartarse (sí debe descartarse el evolucionismo, porque eso es incoherencia total), en cuanto no exista razón para dejar de creer en la primera, es conveniente creer en la primera, como iré demostrando poco a poco. La cronología bíblica siempre nos ha indicado que nuestra historia no tiene miles de millones de años (4.600.000.000, según asevera la "ciencia oficial"), sino apenas 6.000 años: aproximadamente 4000 antes de Cristo y 2012 después de Cristo (aunque es probable que los años estén equivocados, pues posiblemente Jesús nació en el 4 a.C.). El Magisterio de la Iglesia siempre ha enseñado que la Biblia es infalible y NO contiene errores científicos, y que por lo tanto lo que dice el Génesis es verdad y que debe interpretarse literalmente, al menos que dicha interpretación se vuelva imposible. Pero tal imposibilidad nunca ha sucedido hasta ahora, sino que falsos científicos como Darwin (un agnóstico masón y pro-sionista) se han encargado de forjar una especie de "religión científicista", con el fin de atacar sistemáticamente a la Iglesia católica y a la fe cristiana, intentando desacreditarla ante la opinión pública. Uno de los factores que ha contribuido a la pérdida de fe de muchas personas, fue precisamente el Concilio Vaticano II, gracias al cual las máximas autoridades eclesásticas han permanecido en un profundo y desesperante silencio, en lo que respecta a asuntos como la Creación y la edad de la Tierra. Por eso, yo como católico estoy de acuerdo con las creencias creacionistas de ciertos sectores del evangelismo protestante: los llamados "fundamentalistas". Infelizmente tales "fundamentalistas", rechazan otros dogmas fundamentales como la transubstanciación, la inmaculada concepción de María, la infalibilidad papal, etcétera; por lo cual los verdaderos "fundamentalistas" somos nosotros los católicos tradicionalistas, que aceptamos íntegramente la Verdad revelada en las Sagradas Escrituras y todo el Magisterio infalible de nuestra Santa Iglesia, fuera de la cual NO hay salvación. Así que pienso humildemente, que si los "católicos light" (esos herejes modernistas que están a favor de los homosexuales, del aborto y votan a los liberales o a los comunistas) nos llaman a nosotros con los calificativos de "fundamentalistas", "integristas" y "extremistas", eso no debe ofendernos en lo más mínimo, porque no debemos avergonzarnos de Cristo. A dichos calificativos, yo los acepto contento y con humildad, porque es la verdad, pues hasta que a mí no me demuestren científicamente y de forma concluyente (cosa que nunca se ha hecho), que la Tierra tiene millones de años, yo seguiré creyendo que la interpretación del Génesis es literal y no metafórica (como antes yo pensaba, engañado por el modernismo).

A continuación dejo algunas pruebas, que apuntan hacia una Tierra joven: "Muchos de los argumentos científicos se pueden utilizar para demostrar que la evidencia es más consistente con una creación reciente que de una Tierra vieja. Algunos de los argumentos invocados en apoyo de una creación reciente, simplemente ponen un límite superior a la edad de la Tierra, Sistema Solar, o universo, que son incompatibles con la creación antigua ". Lo siguiente es una lista de varias razones científicas sin ningún orden en particular.1- "La idea de la Tierra antigua se ha

desarrollado históricamente, no por lo que los hechos físicos demuestren, sino por la imposición anti-bíblica, con supuestos filosóficos en las observaciones geológicas. Consulte lo siguiente[1]...". 2- William R. Corliss es un catalogador de anomalías, un respetado científico y la revista científica *New Scientist* publicó un artículo que se centra en la carrera del Sr. Corliss como un catalogador de las anomalías científicas. [2] El Sr. Corliss ha catalogado las puntuaciones de las anomalías que desafían al paradigma geológico de la Tierra antigua. 3- "Los métodos de datación radiométrica se basan en los mismos naturalistas, uniformistas, en supuestos anti-bíblicos y hay un montón de pruebas publicadas que no se dan fechas válidas. Además de la investigación de TASA se mencionó anteriormente; téngase en cuenta los argumentos bien documentados en la mitología de modernos métodos de datación. " 4- "La casi total ausencia de pruebas de la erosión o las capas de suelo o de la actividad de los seres vivos (raíces de las plantas, las marcas de madriguera, etc) en la superficie superior de las diversas capas (que muestra que el capa no se quedó allí durante miles o millones de años antes de la siguiente capa se depositó) ". 5- "Fósiles Polistrato (por lo general los árboles) que atraviesan más de una capa de roca (incluso diferentes tipos de roca supuestamente depositados a lo largo de miles si no millones de años). Los árboles que se han podrido, y no dejó ninguna evidencia fósil si la tasa de deposición es que lento ". 6- "Blanda-deformación de sedimentos, donde miles de metros de rocas sedimentarias (varias capas) están dobladas (como una pila de panqueques delgados sobre el borde de un plato), como se ve en la Upwarp, habiendo kilómetros de profundidad en Kaibab, en el Gran Cañón. Es evidente que en el conjunto, una milla de profundidad de depósito de diversos tipos de sedimentos fue relativamente suave y húmeda, probablemente (no como lo es hoy) cuando ocurrió el terremoto que elevó una parte de la serie de capas ". 7- "Muchos fósiles que demuestran (requieren) enterramiento muy rápido y la fosilización; por ejemplo, las partes blandas (las medusas, las heces de animales, escamas y aletas de los peces) o en su totalidad, grande, totalmente articulado esqueletos (por ejemplo, las ballenas o los grandes dinosaurios como el T -Rex) se conservan. [NOTA del traductor]

LECTURA Y COMENTARIOS DE algunos TEXTOS SELECTOS DEL *DISCOURS* (1825) DE GEORGES CUVIER

1. introducción

En mi obra sobre las *Osamentas fósiles* me proponía reconocer a qué animales pertenecían los restos óseos que se conservan enterrados en las capas superficiales del globo. Se trataba de encontrar un camino para transitar a lo largo de una aventura por la que nos habíamos atrevido a avanzar solo unos pocos pasos.

[En estos recuadros ofrecemos algunas ampliaciones que pueden ser útiles a los profesores para orientar un grupo de trabajo con los alumnos. PRIMERA CUESTIÓN PARA GRUPO DE TRABAJO: Lo primero que vamos a hacer en pro de descubrir el significado de osamenta es conocer su origen etimológico. En este caso, tenemos que exponer que deriva del latín, concretamente de la palabra “ossamentum”, que puede traducirse como “esqueleto” y que se forma a partir de la suma de dos componentes léxicos: -El sustantivo “ossa”, que es sinónimo de “huesos”. -El sufijo instrumental “-mentum”. Así, por tanto, se denomina al esqueleto: el conjunto de elementos de gran dureza que, articulados y enlazados entre sí, brindan consistencia al cuerpo de un animal y protegen sus órganos. Osamenta y esqueleto, por lo tanto, son sinónimos. La noción de osamenta además puede usarse para aludir a un grupo de huesos sueltos. Puede considerarse a la osamenta como un sistema biológico que cumple con múltiples funciones. La locomoción, por ejemplo, es posible gracias al esqueleto, que también confiere sostén y soporte a los músculos y a los tejidos blandos. NOTA del traductor]

Como un coleccionista de antigüedades que encuentra una pieza nueva, me hacía falta aprender, y a la vez me hacía falta poder restaurar estos monumentos de las revoluciones pasadas, y a descifrar su significado; tuve que conocer y conciliar en su orden los fragmentos que componen esos monumentos, a reconstruir cómo debieron ser los animales antiguos a los que estos fragmentos pertenecieron, a reconstruir los con sus proporciones y sus caracteres; a compararlos, en fin, con aquellos que viven todavía hoy sobre la superficie del globo

[SEGUNDA CUESTIÓN: QUÉ ES ESO DEL “GLOBO” Y DE LA “SUPERFICIE DEL GLOBO” La expresión superficie del globo, es muy usada por Cuvier. Un globo terráqueo es un modelo tridimensional representado sobre una esfera a escala de la Tierra llamado globo terrestre, terráqueo o geográfico. En ese caso o de otro cuerpo celeste como un planeta o un satélite como la Luna. Mientras que los modelos de distintos objetos se pueden hacer con formas arbitrarias o irregulares, el término *globo* se utiliza solo para los modelos de objetos que son aproximadamente esféricos. La palabra "globo" proviene de la palabra latina *globus*, significando una masa compacta de personas u objetos, y por extensión una esfera. Algunos globos terrestres incluyen relieve para mostrar montañas y otras características de la superficie de la Tierra. En el siglo XIX era muy conocido el Globo de Gottorf, una esfera de 3,1 m de diámetro construida en Alemania en 1664 y reconstruida en Rusia tras un incendio en 1750. Presenta la particularidad de ser un globo terráqueo por fuera, y un globo celeste por dentro (preparado para alojar un espectador en el centro de la esfera, accionada por un mecanismo hidráulico). Tras una azarosa historia, actualmente se exhibe en la Kunstkamera de San Petersburgo. Nota del traductor]

Es un arte casi desconocido, y que presuponía una ciencia que apenas había sido estudiada antes, la de las leyes que rigen la coexistencia de formas enterradas en las diversas partes del mundo de los seres organizados.

[DISCUTIR ESTE TEXTO. Redactar un informe sobre lo que quiere decir. Aquí formula Cuvier con precisión sus objetivos. Después de su muerte, la teoría de Cuvier fue cuestionada por la teoría uniformista de la historia de la Tierra de Charles Lyell. Lyell, un geólogo escocés que estudió con Cuvier en París en 1823, creía, en oposición a la teoría catastrofista, que procesos graduales y uniformes alteraban la superficie de la Tierra. La teoría de Lyell ayudó a persuadir a Charles

Darwin de que diferencias mínimas entre organismos podían ser suficientes para producir cambios drásticos en la forma, siempre que hubiera pasado suficiente tiempo. Cuvier vio los organismos como totalidades integradas, en las que la forma y función de cada parte estaban integradas en el cuerpo entero. Ninguna parte podrá modificarse sin perjudicar esta integración funcional: Escribe en sus *Recherches sur les ossements fossils*: . . . *las partes que lo componen deben estar dispuestas de tal manera que hagan posible la totalidad del ser vivo, no sólo con respecto a sí mismo, sino también a las relaciones que lo rodean, y el análisis de estas condiciones conduce frecuentemente a leyes generales, tan demostrables como aquellas que se derivan de cálculos o experimentos*. Cuvier no creía en la evolución orgánica, ya que cualquier cambio en la anatomía de un organismo lo habría dejado incapaz de sobrevivir. Estudió los gatos e ibis momificados que Geoffroy había traído de la invasión de Egipto por Napoleón y demostró que no eran diferentes de sus homólogos vivos; Cuvier utilizó esto para respaldar su afirmación de que las formas de vida no evolucionaron con el tiempo. Los organismos eran totalidades funcionales; cualquier cambio en una parte destruiría el delicado equilibrio. Pero la integración funcional de los organismos significaba que cada parte de un organismo, por pequeña que fuera, tenía signos del todo. Así fue posible reconstruir organismos a partir de restos fragmentarios, basándose en principios racionales. Cuvier tenía una capacidad legendaria para reconstruir organismos a partir de fósiles fragmentarios, y muchas de sus reconstrucciones resultaron ser sorprendentemente precisas. Sin embargo, en la práctica, basó sus reconstrucciones menos en principios racionales que en su profundo conocimiento de la anatomía comparada de los organismos vivos. [NOTA del traductor]

[CUVIER – como los naturalistas de su época – usan la palabra Monumento. Hacer un comentario sobre este texto: “Monumento” (del latín *monumentum*, «recuerdo», «erección conmemorativa», «ofrenda votiva») es un concepto muy usado pro Cuvier. Es toda obra con suficiente valor para el grupo humano que lo erigió. Ha de ser "pública y patente". Aunque inicialmente el término se aplicaba a las estatuas, inscripciones o sepulcros erigidas en memoria de un personaje o de un acontecimiento relevante (monumento conmemorativo), su uso fue extendiéndose y ha llegado a comprender cualquier construcción que posea valor "artístico, arqueológico, histórico" o similar, destacadamente las arquitectónicas que, enclavadas en un núcleo urbano o aisladas en el medio rural, cumplen la función de hito por su visibilidad y se convierten en símbolos de ese lugar. La primera referencia de la expresión «monumento histórico» de que se tiene constancia se remonta a la Francia revolucionaria de 1790, cuando Aubin Louis Millin de Grandmaison, ante la Asamblea Nacional Constituyente, denominó *monument historique* a la Bastilla con ocasión de su demolición. En distintos países europeos el nuevo uso del concepto fue generalizándose académica y técnicamente al abordar las tareas de restauración y rehabilitación de obras antiguas consideradas dignas de ello. Jurídicamente, el concepto de «monumento» fue estableciéndose en cada país paulatinamente, a lo largo del siglo XIX y comienzos del XX, primero por apelaciones genéricas a la condición monumental; más tarde con la asignación en los presupuestos de partidas para su mantenimiento y con el nombramiento de comisiones de expertos y personal de la administración a su cuidado; luego por la aprobación de inventarios, registros y colecciones de elementos; y, finalmente, con la promulgación de leyes propias de protección y declaración de los «monumentos nacionales» (de 1803 a 1915 en España, de 1795 a 1887, en tiempos de Cuvier, en Francia. A lo largo de la primera mitad del siglo XX la mayoría de los países occidentales aprobó leyes de defensa y conservación de sus respectivos patrimonios. [Nota del traductor]

Así que tuve que prepararme para esta investigación a partir de una indagación mucho más amplia sobre los animales existente; tuve que realizar una revisión casi general de cómo la creación actual podría por si sola dar un carácter de demostración a mis resultados sobre esta creación antigua; pero esta revisión debía al mismo tiempo darme un gran conjunto de reglas y de procedimientos todavía no demostrados; y todo el reino de los animales no podía dejar de estar sometido, por decirlo así, a nuevas leyes, con ocasión de este ensayo sobre una pequeña parte de la teoría de la tierra.

[ESTE DEBE SER UN COMENTARIO INTERDISCIPLINAR entre Ciencia y Religión. Cuvier, como buen creyente calvinista, defiende que la realidad natural ha sido creada por Dios. En este sentido, cuando habla de “creación” da el sentido que se daba en el siglo XIX a todo lo que salió de las manos de Dios. Es más: Cuvier da un carácter científico a la Creación. Modernamente, en ambientes conservadores se habla de la ciencia de la creación o creacionismo científico. Esta es una rama del creacionismo, presentada sin un lenguaje bíblico explícito pero con la afirmación de que la creación especial y la geología diluviana basados en la narración de la creación del *Génesis* tienen validez como ciencia. Los creacionistas afirman que esta refuta o reexplica una variedad de hechos y teorías científicas, y paradigmas de la geología, cosmología, la evolución biológica, arqueología, historia y lingüística. Sin embargo, existe un consenso abrumador en la comunidad científica en torno a no considerar ciencia al creacionismo científico, al carecer de apoyo empírico, pues no propone hipótesis tentativas y decide describir la historia natural en términos de causas sobrenaturales no comprobables científicamente. Los tribunales, a menudo de Estados Unidos, donde surgió la controversia de enseñar el tema en escuelas públicas, han fallado consistentemente que la ciencia de la creación es una visión religiosa en lugar de científica. Historiadores, filósofos de la ciencia y escépticos describen como un intento pseudocientífico de presentar la Biblia como hecho científico. Los biólogos profesionales han criticado la ciencia de la creación por ser antiacadémica y un fraude engañoso y deshonesto con consecuencias educativas extremadamente dañinas. NOTA del traductor]

[¿QUÉ SIGNIFICA LA PALABRA “REVOLUCIÓN” EN EL MUNDO DE CUVIER? En este texto he preferido traducir “revoluciones” y no “cataclismos”, como hacen otras traducciones. Cuvier trabajó para la Revolución Francesa, y para él esa expresión tenía un significado preciso. La única persona que podía hablar de “cataclismo” era María Antonieta. La palabra “revolución” no tiene sentido de “cambio a peor” salvo para los nobles. La Revolución francesa (en francés: Révolution française) fue un conflicto social y político, con diversos periodos de violencia, que convulsionó la Francia del Antiguo Régimen, y a otros países por extensión de sus implicaciones. Se inició con la autoproclamación del Tercer Estado como Asamblea Nacional en 1789 y finalizó con el golpe de Estado de Napoleón Bonaparte en 1799, culminando un proceso de 10 años. Si bien después de que la Primera República cayó tras el golpe de Estado de Napoleón Bonaparte, la organización política de Francia durante el siglo XIX osciló entre república, imperio y monarquía constitucional, lo cierto es que la revolución marcó el final definitivo del feudalismo y del absolutismo en el país,² y dio a luz a un nuevo régimen donde la burguesía, que empleaba en ocasiones a las masas populares, se convirtió en la fuerza política dominante. La revolución, más allá de sus estertores, enfrentó las bases del sistema monárquico como tal, en la medida en que impuso

con su discurso, iniciativas capaces de volverlo ilegítimo. Según la historiografía clásica, la Revolución francesa marca el fin de la Edad Moderna y el inicio de la Edad Contemporánea al sentar las bases de la democracia moderna con base en la representación, lo que la sitúa en el corazón del siglo XIX. Abrió un nuevo horizonte político basado en el principio de la soberanía popular, que será el motor de las revoluciones de 1830, de 1848 y de 1871. Los escritores ilustrados del siglo XVIII, filósofos, politólogos, científicos y economistas, denominados comúnmente philosophes, y a partir de 1751 los enciclopedistas, contribuyeron a minar las bases del derecho divino de los reyes. La filosofía de la Ilustración ha desempeñado pues un rol significativo en el giro que tomaron estos eventos históricos pero su influencia debe relatarse de modo más matizado: darle demasiada importancia a los preceptos filosóficos nacidos durante ese siglo se revelaría como una carencia mayúscula de fidelidad historiográfica. La corriente de pensamiento vigente en Francia era la Ilustración, cuyos principios se basaban en la razón, la igualdad y la libertad. La Ilustración había servido de impulso a las Trece Colonias norteamericanas para la independencia de su metrópolis europea. Tanto la influencia de la Ilustración como el ejemplo de los Estados Unidos sirvieron de «trampolín» ideológico para el inicio de la revolución en Francia. NOTA del traductor]

De este modo, me entregué a esta doble obra motivado por el interés personal por las dos cuestiones que pensaba resolver, tanto para la ciencia general de la anatomía, - que es la base esencial de todas las que tratan de los cuerpos organizados-, como para la historia física del globo, - fundamento de la mineralogía y de la geografía-, e incluso, puede decirse, que para la historia de los hombres, y de todo lo que es importante para ellos como es saber sobre ellos mismos.

Si nos interesamos en rastrear en la infancia de nuestra especie humana las huellas casi borradas de tantas naciones extintas, ¿cómo no vamos a buscar también en las tinieblas de la infancia de la tierra las huellas de las revoluciones anteriores a la existencia de todas las naciones?

[MÁS SOBRE EL SIGNIFICADO DE REVOLUCIÓN:

Cuvier utiliza desde el inicio la palabra “revolución”, muy ligada a la Revolución Francesa (1789-1799). Recordemos que los primeros escritos de Georges Cuvier fueron enviados a Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, catedrático de zoología de vertebrados en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia, y Cuvier empezó a trabajar en el museo en 1795, convirtiéndose en el experto de la anatomía de animales más erudito en todo el mundo. En 1795, en plena Revolución francesa, Cuvier fue nombrado asistente de profesor de anatomía de los animales en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia, institución creada dos años antes a partir del Real jardín de las plantas medicinales y cuya sede sigue siendo hoy en día el Jardín de plantas de París. Ocupó el puesto de profesor en esa misma cátedra en 1802, año a partir del cual se le cambió el nombre de «cátedra de anatomía de los animales» a «cátedra de anatomía comparada». La Revolución francesa (en francés: *Révolution française*) fue un conflicto social y político, con diversos periodos de violencia, que convulsionó la Francia del Antiguo Régimen, y a otros países por extensión de sus implicaciones. Se inició con la autoproclamación del Tercer Estado como Asamblea Nacional en 1789 y finalizó con el golpe de Estado de Napoleón Bonaparte en 1799, culminando un proceso de 10 años. NOTA del traductor]

Admiramos la fuerza con que la mente humana ha medido los movimientos del globo que la naturaleza parecía haber retirado para siempre de nuestra vista; el genio y la ciencia han

traspasado los límites del espacio; algunas observaciones desarrolladas por el razonamiento han revelado el mecanismo del mundo: ¿no sería también una gloria para el hombre saber ir más allá de los límites del tiempo y redescubrir, por medio de algunas observaciones, la historia de este mundo, y una sucesión de acontecimientos que precedieron al nacimiento del género humano?

Indudablemente, los astrónomos han marchado más rápido que los naturalistas, y la época en que se encuentra ahora la teoría de la tierra se parece un poco a la de cuando algunos filósofos creían que el cielo era de piedras labradas y la luna tan grande como el Peloponeso; pero, después de Anaxágoras, vinieron Copérnico y Kepler que allanaron el camino a Newton; ¿y por qué la historia natural no ha de tener algún día también su Newton?

[COMENTAR EN EL GRUPO ESTE TEXTO DE CUVIER Y REDACTAR UN INFORME SOBRE ESTE COMENTARIO.

Tal era la teoría de Anaxágoras (500-428 a.C.) Sus teorías sobre el cosmos se originan tras un hecho empírico: En el año 467 a.C. cae un gran meteorito en la región de Aegos. Esta circunstancia hace que las teorías abstractas anteriores hayan de adecuarse a la realidad. Esta realidad viene determinada por la creencia de que al caer el meteorito de día se pensó que provenía del sol, siendo por tanto la piedra caída parte de su composición, esto es, hierro incandescente. Fue el primero en pensar que los siete «planetas» están ordenados así: la Luna, el Sol y los restantes 5 conocidos. Este orden fue adoptado después por Platón y Aristóteles. La Luna la supone tan grande como el Peloponeso, parcialmente ígnea, y de la misma naturaleza que la Tierra; las desigualdades de su «cara» serían debidas a esta mezcla. También se dice que creyó que había planicies y valles en la Luna. Sabía que recibía su luz del Sol y dio la explicación correcta para sus fases y los eclipses lunares. NOTA del traductor]

2. Sinopsis

Exposición

Este es el plan y el resultado de mi trabajo sobre los huesos fósiles que me propongo presentar en este Discurso. Trataré también de dar un breve cuadro de los esfuerzos realizados hasta nuestros días para recuperar la historia de las revoluciones del globo.

UNA SINOPSIS ES UN ESQUEMA DE LOS OBJETIVOS QUE SE PRETENDEN Y SOBRE LAS IDEAS, LAS TEORIAS, LAS VISIONES DEL MUNDO QUE CUVIER QUIERE EXPRESAR:

Ya en tiempos de Cuvier se utilizaba el concepto de “fósil” en un sentido amplio. El vocablo “fósil” se deriva del verbo latino *fodere*, 'excavar', a través del sustantivo *fossile*, 'aquello que es excavado'. A lo largo de toda la historia, y antes, en la prehistoria, el hombre ha

encontrado fósiles, restos de seres vivos petrificados por los minerales con los que se hallaban en contacto. Fueron esos minerales los que sustituyeron o preservaron su forma externa. En un sentido moderno, fue Charles Lyell quien definió – años más tarde que Cuvier- a los fósiles como restos de organismos que vivieron en otras épocas y que actualmente están integrados en el seno de las rocas sedimentarias. Esta definición conserva su validez, aunque actualmente el término tiene una mayor amplitud, ya que se incluyen en él las manifestaciones de la actividad de organismos como excrementos (coprolitos), restos de construcciones orgánicas, huellas de pisadas, impresiones de partes del cuerpo, dentelladas (icnofósiles), etc. NOTA del traductor]

[EL CASTROFISMO ES UN CONCEPTO BÁSICO. QUÉ SIGNIFICA EN NUESTRA SOCIEDAD Y QUE SIGNIFICA EN EL MUNDO DE CUVIER

El concepto “revoluciones del globo” está muy unido a la teoría catastrofista en Ciencias Naturales: a principios del siglo XIX el catastrofismo era la teoría más popular entre los geólogos sobre la formación de la Tierra, puesto que permitía reconciliar una parte de los datos empíricos con la ortodoxia cristiana. Su comienzo puede remontarse al naturalista suizo Charles Bonnet (1720-1793), quien en su obra *Palingenesia filosófica*, de 1769, sostenía que el globo, como consecuencia de los terremotos, el vulcanismo y las inundaciones periódicas, está sometido a una serie de revoluciones cíclicas que alteran completamente su aspecto. De parecida opinión era el naturalista suizo establecido en Inglaterra Jean-André de Luc (1727-1817), que en su obra *Cartas sobre la historia de la Tierra y del hombre* (1779) consideraba insuficiente la explicación del relieve por la mera erosión y consideraba que la causa principal era la variación de la cantidad de fluido expansivo marino que caía y emergía sucesivamente de grandes cavidades bajo la corteza terrestre. Los continentes quedaban sumergidos y se depositaban los fósiles, mientras que la vida vegetal y animal se conservaba en las pocas islas que se mantenían emergidas. En su *Tratado elemental de Geología* (1809) insistía en que las catástrofes que habían modelado el planeta eran tan recientes que su recuerdo se conservaba en las civilizaciones antiguas. Otro ilustre catastrofista fue el geólogo francés Déodat de Dolomieu (1750-1801) que en diversas memorias científicas publicadas a partir de 1794 postulaba que era imposible comprender la historia del globo a partir de los fenómenos geológicos actualmente observables; a su juicio, inundaciones oceánicas de gran envergadura habían transformado completamente el paisaje terrestre en sus seis milenios de existencia. El catastrofista más popular e importante de esta época fue, sin duda, el naturalista francés Georges Cuvier (1769-1832), cuyo *Discurso sobre las revoluciones de la superficie del globo* (1812) tuvo un gran impacto en toda Europa. Daba por hecho que el océano había experimentado diversos cambios súbitos de nivel, inundando gran parte de las tierras emergidas. Eso explicaba fenómenos como la extinción de las faunas fósiles, la tremenda distorsión de las capas de rocas primitivas originalmente horizontales y el intercalamiento de capas sedimentarias de aguas marinas y aguas dulces, hechos que no podían explicarse mediante los fenómenos geológicos observables en la actualidad. Cuando su colaborador, el naturalista Alexandre Brongniart (1770-1847), encontró en 1821 fósiles cretácicos en los Alpes de Saboya y fósiles terciarios en los Alpes Vicentinos y dos años después su hijo, Adolphe Brongniart (1801-1876), mostró que también las floras fósiles habían sufrido una serie de extinciones sucesivas, el catastrofismo pareció confirmarse. El catastrofismo tuvo presencia en el Reino Unido a través del geólogo escocés Robert Jamieson (1774-1854), traductor del Discurso de Cuvier en 1817 y experto en mineralogía, del reverendo William Conybeare (1787-1857), autor de *Esquemas de la geología de Inglaterra y Gales* (1822), estudioso de los capas carboníferos británicos, del reverendo William Buckland (1784-1856), profesor de Oxford y autor de *Reliquias del Diluvio* (1823), donde consideraba cada día de la creación divina como una época histórica diferente, del reverendo Adam Sedgwick (1785-1873), profesor de geología en Cambridge, y de George Scrope (1797-1876), autor de *Consideraciones sobre los volcanes* (1825), que defendía que los

mismos factores que habían producido las catástrofes remotas seguían actuando en el presente, aunque con menor energía. NOTA del traductor]

Los hechos que se me han dado a descubrir, sin duda, no forman más que una parte muy pequeña de aquellos aspectos de que debe componerse esta historia antigua; pero varias de ellas conducen a consecuencias decisivas, y la manera rigurosa en que he procedido a determinarlas me da razones para creer que serán consideradas como puntos definitivamente fijos, y que constituirán una época en la ciencia. Por último, espero que su novedad me disculpe si reclamo para ellos la atención principal de mis lectores.

Mi objetivo consistirá, en primer lugar, en mostrar cómo la historia de los huesos fósiles de animales terrestres está relacionada con la teoría de la tierra, y qué motivos le dan especial importancia a este respecto. A continuación, desarrollaré los principios en los que descansa el arte de determinar estos huesos, o, en otras palabras, de reconocer un género y distinguir una especie animal por un solo fragmento de hueso, de cuya certeza depende la de toda mi obra.

[QUE ES LO QUE PODEMOS ENTENDER COMO “TEORIAS DE LA TIERRA”. Comentar esta ampliación a la luz de lo que ha dicho Cuvier.

Desde los tiempos de Descartes, se han presentado diversas *Teorías de la Tierra*. Modelos teóricos para explicar el funcionamiento histórico del planeta. En este marco histórico–filosófico, la ciencia geológica tiene entre sus obras fundacionales en su devenir como ciencia moderna la *Theory of the Earth* del naturalista escocés James Hutton (1726–1797). Posiblemente, sus ideas llegaron a Cuvier a través del texto publicado en 1899, [*Theory of the Earth, with proofs and illustrations* (obra póstuma), Londres, Geological Society of London, vol. III (ed. de Archibald Geikie; facsímil 1997), 278 pp]. Esta obra encierra una filosofía geológica que abrió a finales del s. XVIII nuevas perspectivas que condujeron a los científicos de la tierra a ver el planeta de una forma bastante distinta a la contemplada hasta entonces, especialmente en cuanto a la naturaleza y causalidad de los procesos geológicos así como a la dimensión temporal en el que se habrían desarrollado éstos. El profesor Cándido García Cruz ha estudiado a fondo la figura de Hutton que presentó su *teoría* en la Royal Society de Edimburgo en 1785. Ese mismo año apareció un *Resumen*, anónimo, que tuvo una difusión privada, y tres años más tarde, en 1788, se publicó completa en las actas de dicha institución, aunque había circulado con anterioridad como publicación independiente. En 1795 apareció una versión ampliada en dos tomos, y un tercer volumen, póstumo, fue publicado en 1899 por Archibald Geikie. A lo largo de casi un centenar de páginas, Hutton esbozó en la versión de 1788 las ideas fundamentales que desarrollaría con mayor profusión en los años siguientes, y dejó claros los principios básicos de su teoría, entre los que hay que destacar: La tierra es una *máquina* creada por el *Autor* de la naturaleza con *sabiduría* y *benevolencia*. Existe un *fin último* en esta creación: hacer de la tierra un *planeta habitable*, en especial como *morada* para el *ser humano*. El funcionamiento de la tierra está controlado por *principios químicos y mecánicos* en una serie de *procesos naturales*, que dependen exclusivamente de *causas que actuaron por igual tanto en el pasado como en el presente*. La tierra es algo más que una simple máquina: es esencialmente un *sistema* complejo en el que *interactúan*, a su vez, tres sistemas inertes y uno viviente. En dicho sistema existe un *poder reparador* o *reproductor*, razón por la cual es posible compararlo *también* con un *cuerpo organizado*. Existe un mecanismo cíclico de *decadencia–restauración* de la tierra firme. En éste, el *fuego* del interior del planeta y por lo tanto el calor, y no el *agua*, juega un papel fundamental, tanto en la *consolidación de las capas* que tiene lugar en el fondo del mar, como en la fuerza que provoca el *levantamiento* de las nuevas masas continentales. El *tiempo* es la medida de todo en tanto que representa la perspectiva donde se enmarca toda realidad. Pero el curso de la naturaleza no puede estar delimitado por el tiempo, sino que está inmerso en una *sucesión interminable*, sin

principio ni fin, y es en este marco donde los procesos que tienen lugar en la tierra adquieren un *orden* y un *sentido*. Hutton sólo acepta *causas naturales* en la concreción de su teoría. Así, para explicar la consolidación de las capas del globo establece una comparación entre los procesos de solidificación por la acción del agua y aquéllos en los que interviene el fuego. Las explicaciones causales, dentro de la corriente *neptunista*, versaban sobre la importancia del agua, y concretamente el diluvio bíblico, como responsable de la disolución de los materiales terrestres, y su posterior depósito y consolidación. Por su parte, Hutton aporta numerosas pruebas estratigráficas, petrológicas y mineralógicas en defensa de su idea plutonista sobre la intervención del calor subterráneo. La existencia de dicho calor, cuyo origen nunca llega a describir, lo enmarca Hutton en sus principios teleológicos de crear una tierra firme como morada de vida en general, y particularmente de la especie humana. Los trabajos y observaciones que desarrolló como agricultor le permitieron considerar correctamente el *suelo* como fruto de la destrucción de los materiales sólidos que conforman la tierra. Además, estos residuos eran transportados por los agentes geológicos hacia el mar, donde quedaban depositados. Pero no podría actuar sólo la erosión, ya que con el tiempo el planeta sería una inmensa llanura. Esto, unido a su rechazo a la idea de la retirada de las aguas, creaba un importante inconveniente para explicar el origen del relieve terrestre. Las montañas debían haberse formado simultáneamente con los procesos de decadencia erosiva. Por otro lado, la existencia de restos orgánicos marinos en lo alto de las montañas le lleva a Hutton a investigar los *procesos naturales* que se han empleado en la construcción de la tierra firme. Según las ideas planteadas, los materiales de que se componen las masas continentales se han producido por la destrucción de una *tierra firme anterior* y se han depositado en el fondo del océano. Aquí es donde actúa el calor subterráneo, que sirve no sólo para consolidar los materiales sino también para plegarlos y levantarlos por encima del nivel del mar, con lo que los continentes quedan restaurados. La *Teoría* finaliza con el análisis del sistema de decadencia y renovación que observa en el planeta. Los filósofos naturales de épocas anteriores intentaban explicar estos hechos por medio de causas sobrenaturales o accidentes destructivos de la naturaleza, entre ellos el diluvio bíblico. Hutton va a comparar estas explicaciones con su *sistema*, en el que tan sólo existe una acción continuada, gradual y uniforme de los agentes naturales sobre los materiales terrestres. Así, la teoría huttoniana sólo acepta las *causas actuales*, y por lo tanto, *conocidas*, en las que impera una regularidad en los mecanismos de la naturaleza para ocasionar los cambios en los que, además, es posible percibir sabiduría, orden y benevolencia en el plan por parte de su *Autor*. Estos cambios fundamentalmente consisten en la destrucción–regeneración simultánea de las masas continentales: mientras se produce la decadencia de la tierra *presente*, los materiales de un mundo *anterior* depositados en el fondo del mar son consolidados y estructurados de tal forma que se erige una *nueva* tierra firme. Tanto la destrucción como la regeneración de las tierras, de acuerdo con sus propias deducciones, deben haber requerido un *tiempo indefinido*, un tiempo que para Hutton es muy difícil de determinar tanto a escala humana como en función de los cambios observables. En realidad, la tierra parece mantenerse en un nivel de estabilidad, para lo que es preciso la conservación de una cierta proporción tanto de tierra firme como de agua sobre la superficie del globo. Hutton concluye que se ha producido una sucesión de mundos, en la que es posible encontrar sabiduría, sistema y contingencia; dicho sistema es, igual que ocurre en las revoluciones planetarias, cíclico, y a través de estos ciclos, en los que es imposible percibir rastro alguno de dónde comienzan y dónde acaban, Hutton sumerge a la historia de la tierra en la *inmensidad del tiempo*. [NOTA del traductor]

[UN CONCEPTO BÁSICO DE CUVIER ES EL DE “ANATOMÍA COMPARADA”. ¿QUÉ ES LO QUE QUIERE DECIR? ¿QUÉ IMPORTANCIA PARA SUS GRANDES TEORIAS?

La base es la anatomía comparada. Georges Cuvier, que la fundó a finales del siglo XVIII, decía 'dadme un diente y os daré un animal entero'. Era una bravuconada, pero si tienes un fósil parcial, lo tienes que poner en perspectiva con otros de especies relacionadas. Una vez tengas el esqueleto, pones todas las capas de tejido en su sitio haciendo inferencias anatómicas.

<https://www.publico.es/ciencias/resucitar-mundo-extinto.html> Nota del traductor]

Daré una breve indicación de las nuevas especies, de los géneros hasta ahora desconocidos, que la aplicación de estos principios me ha llevado a descubrir, así como de las diversas clases de suelo que las ocultan y, cómo la diferencia entre estas especies y las de hoy no va más allá de ciertos límites; y mostraré que estos límites van mucho más allá de los que ahora distinguen a las variedades de la misma especie: daré a conocer, pues, hasta dónde pueden llegar a existir estas variedades, ya sea por la influencia del tiempo, o por la del clima, o finalmente por la de la domesticación de los animales.

Por lo tanto, al final de mi exposición estaré en condiciones para concluir, e inducir a mis lectores a concluir conmigo, que se necesitaron grandes revoluciones del globo y acontecimientos para que fuera posible producir diferencias mucho más considerables entre los organismos, como he reconocido; y desarrollaré, pues, las modificaciones particulares que mis investigaciones deben introducir en las opiniones recibidas hasta ahora sobre las revoluciones del globo; finalmente, examinaré hasta qué punto la historia civil y religiosa de las naciones concuerda con los resultados de la observación de la historia física de la tierra, y con las probabilidades que estas observaciones dan sobre el período en que se observó que las sociedades humanas han podido encontrar viviendas fijas y campos susceptibles de cultivo; y donde, en consecuencia, han podido adquirir una forma de vida duradera.

3. Testimonios geológicos de grandes cataclismos

Primera apariencia de la tierra

Cuando el viajero atraviesa estas fértiles llanuras, donde las aguas tranquilas mantienen por su curso regular una abundante vegetación, y cuyo suelo, aprovechado por una población numerosa, ocupado con florecientes aldeas, ricas ciudades y soberbios monumentos, observa que la naturaleza nunca se destruye.

[CUVIER, ¿ES PESIMISTA U OPTIMISTA PARA INTERPRETAR EL MUNDO?

Durante el siglo XVIII se planteó el debate, - que llegó a Cuvier – sobre la “degradación” de la Tierra. La frase "el mejor de todos los mundos posibles" (en francés, *le meilleur des mondes possibles*; en alemán, *Die beste aller möglichen Welten*) fue acuñada por el filósofo alemán Gottfried Leibniz en su obra *Essais de Théodicée sur la bonté de Dieu, la liberté de l'homme et l'origine du mal* (*Ensayos de Teodicea sobre la bondad de Dios, la libertad del hombre y la Origen del mal*) de 1710. La afirmación de que el mundo real es el mejor de todos los mundos posibles es el argumento central en la Teodicea de Leibniz, o su intento de resolver el problema del mal. Voltaire se lanzó contra ella y la matizó en *Candide*, novela en la que le hace decir al personaje Pangloss que «todo va de la mejor manera, en el mejor de los mundos posibles». Nota del traductor]

Perturbada sólo por los estragos de la guerra, o por la opresión de los hombres en el poder, uno se siente tentado a creer que la naturaleza también ha tenido sus propios sufrimientos, guerras intestinas, y que la superficie del globo ha sido sacudida por revoluciones y catástrofes;

[¿Qué ENTIENDE CUVIER POR EL DILUVIO? ¿HAY PRUEBAS DE QUE EXISTIO EL DILUVIO UNIVERSAL?

En los siglos XVI y XVII las ideas del Diluvio (asociadas en parte a la Reforma religiosa) van a calar hondo en la conciencia moral de los ciudadanos. Los historiadores de la geología¹ diferencian dos posturas: la postura del diluvismo "duro" (cuyo máximo representante es Martín Lutero) y el diluvismo "blando" (de Alessandro degli Alessandri). Lutero, en 1544, en su libro *In primum librum Mose enarrationes*, en el comentario a Génesis 2, 11 y 12, hace del Diluvio bíblico una catástrofe aniquiladora debido al pecado de los hombres. Dice, entre otras cosas: "[La tierra hoy] produce árboles, hierbas, etc., pero en comparación con la tierra aún no corrompida no son más que los restos miserables de las riquezas que tuvo la tierra establecida entonces". El diluvismo "blando" de Alessandri es el que fue seguido por los naturalistas, viendo en un fenómeno acuático de alcance mundial el origen de los fósiles que hoy encontramos. En el siglo XVII, la lectura literal de la Biblia va a intentar buscar concordismos con los datos de la naturaleza. Para ello, se apoyaron en los datos del Antiguo Testamento para presentar una cronología bíblica de los fenómenos geológicos. Así, James Ussher, obispo de Armagh, en Irlanda, pudo afirmar en 1654 que la tierra había sido creada el 26 de octubre del año 4004 antes de Jesucristo. NOTA del traductor]

pero nuestras ideas cambian tan pronto como tratamos de excavar el suelo, que ahora es tan pacífico; o si el observador se eleva a las colinas que bordean la llanura; y con su vista, por así decirlo, se extienden y amplían, y comienza a abarcar la extensión y la grandeza de estos antiguos sucesos tan pronto como se asciende a las cordilleras más altas desde estas colinas que se recorren a pie, o en las que siguiendo los lechos de los torrentes que descienden de estas cadenas, penetra en su interior.

Primeras pruebas de la existencia de revoluciones

La tierra más baja, más llana, no nos muestra, ni siquiera cuando cavamos en ella a profundidades muy grandes, solo capas horizontales de materiales más o menos variados; sino que además, casi todas estas tierras incluyen bajo la superficie innumerables productos del mar.

Capas similares y productos parecidos constituyen las colinas aunque alcancen alturas bastante grandes. A veces las conchas son tan numerosas, que por sí solas forman toda la masa del terreno; los montes se elevan a alturas más altas que el nivel de todos los mares, y donde ningún mar podría alcanzar por las causas existentes; no sólo están constituidas por arenas sueltas, sino que las piedras más duras a menudo están embebidas de conchas y son penetradas por ellas en todos lados. Todas las partes del mundo, todos los hemisferios, todos los continentes, todas las islas de cualquier tamaño presentan el mismo fenómeno²⁵¹.

251 [Estas son las mismas observaciones que hizo Nicolás Steno en el *Prodromo* (1669) muchos años antes. <https://www.bubok.es/libros/199152/leer-las-rocas-con-nicolas-steno>

Ya no es el tiempo en que la ignorancia podía aún sostener que estos restos de cuerpos organizados eran meros juegos de la naturaleza, productos concebidos en el seno de la tierra por sus fuerzas creadoras; y los renovados esfuerzos de algunos metafísicos probablemente no bastarán para restaurar el favor de estas antiguas opiniones. Una comparación escrupulosa de las formas de estos restos, de sus tejidos, y a menudo incluso de su composición química, no muestra la menor diferencia entre las conchas fósiles y las que el mar nutre: su conservación no es menos perfecta, no suele haber destrucción ni rotura, nada que indique un transporte violento; los más pequeños de estos restos conservan aún sus partes más delicadas, sus bordes y aristas más sutiles, sus puntas más delicadamente puntiagudas; así que, no sólo vivían en el mar, sino que eran depositados por el mar; es el mar el que los ha dejado en los lugares donde se encuentran, pero este mar que ha residido en estos lugares, ha permanecido allí el tiempo suficiente y era lo suficientemente tranquilo como para formar los depósitos tan regulares, tan gruesos, tan extensos y vastos y en parte tan sólidos, que están llenos estos restos de animales acuáticos.

Por lo tanto, el fondo de los mares ha sufrido al menos un cambio, ya sea en el alcance o en la situación. Esto es lo que ya se ha deducido de las primeras excavaciones y de la observación más superficial. Las huellas de las revoluciones se hacen más imponentes a medida que uno se eleva un poco más alto, cuando te acercas al pie de las grandes cadenas de montañas.

[¿SE FORMARON LAS MONTAÑAS ANTES O DESPUÉS DE LLEGAR LOS FÓSILES? ¿Qué IDEAS TENIA CUVIER SOBRE LA FORMACIÓN DE LAS MONTAÑAS?

Cuvier no tenía una idea de la tectónica. Suponía que los paisajes montañosos habían sido así desde el inicio y solo el nivel del mar es el que sube y baja por el Diluvio Universal. En el campo español tenemos en ejemplo de fray José Torrubia, que en 1774 publica en Madrid el tratado de geología diluvista, *Aparato para la Historia Natural española*. https://editorial.ugr.es/libro/aparato-para-la-historia-natural-espanola-de-j-torrubia_138294/ [nota del traductor]

¹ [Estas observaciones ya están en el *Prodromo* (1669) de Nicolás Steno (Niels Steensen) (1638-1686) muchos años antes. <https://www.bubok.es/libros/199152/leer-las-rocas-con-nicolas-steno> Las concepciones “diluvistas” están muy arraigadas en las representaciones del mundo de los ciudadanos.

Todavía hay capas de piedra que albergan dentro conchas; incluso podemos ver otros restos más gruesos, más sólidos; las conchas son igual de numerosas, igual de bien conservadas; pero ya no son la misma especie, las capas que los contienen ya no son tan generalmente horizontales, se elevan inclinados, a veces casi verticalmente, mientras que, en llanuras y colinas planas, era necesario cavar profundamente para conocer la sucesión de las capas, como vemos aquí²⁵².

<https://www.librouro.com/libro/ver/481848-nicolas-steno-los-capas-y-el-diluvio-universal.html> [nota del traductor]

²⁵² [Estas observaciones ya están en el *Prodromo* (1669) de Nicolás Steno (Niels Steensen) (1638-1686) muchos años antes. <https://www.bubok.es/libros/199152/leer-las-rocas-con-nicolas-steno> Las concepciones “diluvistas” están muy arraigadas en las representaciones del mundo de los ciudadanos.

Por sus flancos, siguiendo los valles producidos por sus desgarros, se forman inmensos montones de sus derrubios al pie de sus escarpes montículos redondeados, cuya altura aumenta con cada deshielo y tormenta. Y estas riberas verticales que forman las crestas de las montañas secundarias no están colocadas en las zonas horizontales de las colinas que sirven de primeros peldaños; por el contrario, se hunden debajo de ellos. Estas colinas se apoyan en sus laderas. Cuando las capas horizontales se hunden en las proximidades de las montañas de capas inclinadas, estas capas inclinadas se encuentran a veces a las mismas profundidades, cuando las capas inclinadas no son demasiado altas, y sus cimas están coronadas por capas horizontales.

Las capas inclinadas son, pues, más antiguos que los horizontales, y como es imposible, al menos en su mayor parte, que no se hayan formado horizontalmente, es evidente que fueron elevados, que lo fueron antes de que los otros descansaran sobre ellos.

Un ingenioso geólogo ha demostrado incluso que no es imposible fijar las edades relativas de cada uno de estos rumbos de las capas inclinadas según la naturaleza y la edad de las capas horizontales que están encima.

Así, el mar, antes de formar los capas horizontales, había formado otros capas que por causas de cualquier clase habían sido quebradas, enderezadas y trastornadas de mil maneras; y como muchos de estos bancos inclinados, que había formado más antiguamente, se elevan más alto que los capas horizontales que les sucedieron y que los rodean, las causas que dieron a estos bancos su inclinación también los habían hecho sobresalir sobre el nivel del mar, y los habían convertido en islas, o por lo menos en arrecifes y desigualdades; o que se habían levantado por un extremo, o que el hundimiento del extremo opuesto había hecho caer el agua; este segundo resultado, no menos claro, no menos demostrado que el primero, para cualquiera que se tome la molestia de estudiar los monumentos que lo apoyan.

Pruebas de que estas revoluciones han sido numerosas

Pero no es a esta conmoción de las capas antiguas, a este retroceso del mar después de la formación de los nuevos capas, a lo que se limitan las revoluciones y los cambios a los que se debe el estado actual de la tierra.

Cuando comparamos más detalladamente las diferentes capas entre sí y los productos de la vida que contienen, pronto encontramos que este antiguo mar no depositaba constantemente materiales similares entre sí, ni restos de animales de la misma especie, ni que cada uno de sus depósitos no se extendía sobre toda la superficie que cubría. Se han producido sucesivas variaciones, la primera de las cuales ha sido más o menos general, y las otras parecen haberlo sido mucho menos.

[POR LO QUE HAS LEIDO DE CUVIER: ¿CREES QUE DEFENDIA VARIAS CREACIONES POR DIOS CUANDO SE EXTINGUIAN LAS ESPECIES?

Contrariamente a la creencia popular, Cuvier nunca, en ninguno de los escritos que publicó, explicó la renovación de la fauna por nuevas creaciones; En cambio, prefirió plantear la hipótesis de la inmigración

de sobrevivientes de otras partes del mundo. Esta es, al menos, la opinión sostenida por la mayoría de los comentaristas de Cuvier. Sin embargo, algunas formulaciones del curso de 1808 sugieren que Cuvier no siempre pensó en términos de migraciones. Además del fragmento que hemos citado más arriba ("otro hecho muy sorprendente es la producción de los seres organizados y los cambios que han sufrido"), observamos la siguiente frase, que concluye la exposición sumaria en la que Cuvier nos recuerda que las especies fósiles se suceden según un orden que se relaciona con el de las capas: "Todas estas variaciones prueban que ha habido sucesivas producciones y destrucciones de cuerpos organizados". El término "producción", que se encuentra en ambos pasajes, es, como se conviene, más compatible con la idea de creación que con la de migración. ¿Significa esto que Cuvier está pensando realmente aquí en creaciones sucesivas, sin atreverse a afirmarlo francamente? ¿O acaso, llevado por su ímpetu, dejó que sus palabras se apoderaran de sus pensamientos? No queda muy claro. NOTA del traductor]

Cuanto más antiguas sean las capas, más uniforme será cada capa en un área grande de extensión; cuanto más modernos son, más son limitados; cuanto más sujetos están a la variación a distancias cortas. Por lo tanto, los movimientos de las capas fueron acompañados y seguidos por cambios en la naturaleza del líquido y de los materiales que tenía en disolución; y cuando, cuando se demostró que estas evoluciones eran numerosas, ciertas capas, al mostrarse por encima de las aguas, dividieron la superficie de los mares por islas, proyectando cadenas, pudo haber habido diferentes cambios en varias de las cuencas particulares.

Es comprensible que, en medio de tales variaciones en la naturaleza del líquido, los animales que él alimentó no podían seguir siendo los mismos. Sus especies, incluso sus géneros, cambiada por capas; y, aunque hay algunos retornos de especies a pequeñas distancias, es cierto decir, en general, que las conchas de los capas antiguas poseen sus propias formas; que estas desaparecen gradualmente, para no manifestarse en las capas recientes, menos aún en los mares actuales, donde nunca se descubren sus análogos de especies, donde no se encuentran muchos de sus géneros; que, por el contrario, las conchas de los capas recientes se parecen, en su género a las que viven en nuestros mares, y que en el último y más suelto de estas capas; y en algunos depósitos recientes y limitados hay algunas especies que el ojo más experto no podría distinguir de las que se nutren en las costas vecinas.

Ha habido, pues, una sucesión de variaciones en la naturaleza animal, que han sido ocasionadas por las del líquido en que vivían los animales, o por lo menos que les han correspondido, y estas variaciones han conducido gradualmente a las clases de animales acuáticos a su estado actual, y finalmente cuando el mar abandonó nuestros continentes por última vez. Sus habitantes no eran diferentes, no mucho de los que todavía alimenta hoy en día.

Y esto lo decimos, *por última vez*, porque, si examinamos aún más cuidadosamente estos restos de seres orgánicos que se han descubierto en medio de las capas marinas, incluso los más antiguos, en capas llenos de producciones animales o vegetales de la tierra y agua dulce; y, entre las capas más recientes, es decir, los más superficiales, hay algunos en los que los animales terrestres están enterrados bajo montones de las producciones del mar.

[MÁS SOBRE CREACIONES SUCESIVAS, QUE UN TEMA MUY IMPORTANTE

La teoría de las creaciones sucesivas, es uno de los temas recurrentes a propósito de Georges Cuvier, fue una teoría decimonónica normalmente asociada al catastrofismo que trató de dar cuenta de la aparición brusca en el registro fósil de nuevas especies. Según esta teoría, la Tierra habría estado poblada por toda una sucesión de flora y fauna independientes entre sí, producto de una serie de actos creadores (se llegaron a contabilizar 27) seguidos de aniquilaciones catastróficas. Para algunos autores, como Lyell, las nuevas especies pertenecían al mismo nivel que las especies a las que reemplazaban, mientras que, para otros, como William Buckland, Sedgwick, Hugh Miller o Agassiz, las nuevas creaciones pertenecían a un nivel superior de organización. A lo largo del siglo XIX los sucesivos descubrimientos paleontológicos hicieron innegable tanto la extinción como la aparición de nuevas especies. El fijismo resultaba, pues, científicamente inaceptable, y la teoría de las creaciones sucesivas se formuló como la nueva hipótesis que hacía compatible la evidencia paleontológica con el creacionismo. Aunque a menudo se atribuye a Georges Cuvier la autoría de esta teoría, en realidad el naturalista francés atribuyó a las migraciones los saltos en el registro fósil. Fue Louis Agassiz, uno de los principales opositores del evolucionismo darwinista, el principal representante de esta teoría. El geólogo y paleontólogo alemán Heinrich Georg Bronn fue otro de los grandes defensores de la teoría de las creaciones sucesivas, aunque, a diferencia de Agassiz y como seguidor de Lyell, lo hizo en un marco gradualista. NOTA del traductor]

Por lo tanto, las diversas catástrofes que han agitado las capas no sólo han reducido gradualmente las diversas partes de nuestros continentes, sino que también la cuenca de los mares se ha encogido poco a poco, pero esta cuenca se ha desplazado en varias partes.

Ha sucedido varias veces que la tierra seca ha sido cubierta por las aguas, ya sea porque ha sido dañada, o porque las aguas sólo han sido arrastradas sobre ellas; y en cuanto al suelo que el mar ha dejado libre en su último retiro, el que ahora habitan el hombre y los animales terrestres, ya se había secado al menos una vez, tal vez varias, y entonces había alimentado cuadrúpedos, aves, plantas y producciones terrestres de todo tipo, el mar que, por lo tanto, lo había invadido previamente. Los cambios en la altura de las aguas, por lo tanto, no consistieron sólo en un retroceso más o menos gradual, más o menos general; ha habido varias irrupciones y retrocesos sucesivos, cuyo resultado final, sin embargo, ha sido una disminución universal del nivel.

Pruebas de que estas revoluciones han sido súbitas

Pero lo que también es importante resaltar es que estas interrupciones, estos repetidos retrocesos, no han sido todos lentos, ni lo han sido todo hecho por grados; por el contrario, la mayoría de los desastres que los trajeron fueron repentinos; y esto es especialmente fácil de probar en el caso de la última de estas catástrofes, en el caso de lo que por un doble movimiento ha inundado y luego secado nuestros continentes actuales, o al menos una gran parte del suelo que ahora los forma.

También ha dejado en los países septentrionales los cadáveres de grandes cuadrúpedos, que han sido capturados por el hielo, y que se han conservado hasta nuestros días con su piel, pelo y carne. Si no hubieran sido congelados tan pronto como murieron, la putrefacción los habría descompuesto. Y, por otra parte, esta helada que parece eterna no ocupaba antes los lugares donde se establecieron ellos; porque no podían haber vivido a semejante temperatura.

Fue el mismo instante, por lo tanto, el que hizo perecer a los animales, y el que enfrió el país que habitaban. Este suceso fue súbito, instantáneo, sin gradación alguna, y lo que está tan claramente demostrado en el caso de esta última catástrofe no lo es menos en el caso de las que la precedieron. El desgarrar, el enderezamiento, la inversión de las capas más antiguas no dejan duda de que causas repentinas y violentas los han llevado al estado en que los vemos, e incluso la fuerza de los movimientos experimentados por la masa de las aguas está atestiguado aún más por los montones de derrubios y guijarros rodados que se interponen en muchos lugares entre las capas sólidas.

Por lo tanto, la vida en esta tierra a menudo se ha visto perturbada por revoluciones espantosas. Innumerables seres vivos han sido víctimas de estas catástrofes, algunos de los habitantes de la tierra firme han sido tragados por diluvios; los otros, que habitaban el seno de las aguas, se han secado en las profundidades de los mares súbitamente elevados, sus mismas especies han terminado para siempre, y no dejan en el mundo más que unos pocos fragmentos apenas reconocibles para el naturalista.

Tales son las consecuencias a las que conducen necesariamente el estudio de los objetos que encontramos a cada paso, y que podemos comprobar en cada momento en casi todos los países. Estos grandes y terribles acontecimientos están claramente impresos en todas partes para el ojo del que sabe leer su historia en sus monumentos.

Pero lo que es aún más asombroso, y lo que no es menos cierto, es que la vida no ha existido siempre en el globo, y que es fácil para el observador reconocer el punto en que se comenzaron a depositar sus productos.

Pruebas de que ha habido revoluciones anteriores a la existencia de seres vivos

Levantémonos de nuevo; avancemos hacia las grandes crestas, hacia las escarpadas cumbres de las grandes cadenas; pronto estos restos de animales marinos, estas innumerables conchas, se volverán más escasos y desaparecerán por completo; llegaremos a capas de otra naturaleza, que no contendrán restos de seres vivos. Sin embargo, mostrarán por su cristalización, y por su misma estratificación, que también estaban en estado líquido cuando se formaron; por su situación inclinada, por sus escarpes, que también han sido perturbados; por la manera en que se hundieron inclinadamente bajo los lechos de conchas que se formaron a partir de ellos; y, por último, por la altura con que sus picos erizados y desnudos se elevan por encima de todos estos lechos de conchas, deducimos que estas cumbres ya se habían levantado del agua cuando se formaron los lechos de conchas.

Tales son las famosas montañas primitivas o primordiales que atraviesan nuestros continentes en diferentes direcciones, se elevan por encima de las nubes, separan las cuencas de los ríos, contienen en sus nieves perpetuas los depósitos que alimentan los manantiales y forman, por decirlo así, el esqueleto y, por decirlo así, el gran almacén de la tierra.

[MÁS SOBRE ESTOS CONCEPTOS DE CUVIER QUE HAY QUE TENER CLAROS

Estas ideas ya están en Cuvier desde 1805. En cuanto al tipo de catastrofismo descrito, se trata, una vez más, de un catastrofismo que inicialmente se generaliza, luego cada vez más localizado : « Hemos visto que las capas se refieren a cuatro épocas generales, primitiva, transicional, secundaria y de transporte; Estas cuatro revoluciones han actuado sobre todo el globo, pero las últimas no han sido iguales en todas partes, ya que las crestas primitivas que ya existían formaban cuencas separadas en las que se producían diferentes fenómenos ». Estas revoluciones son claramente devastadoras: "Es cierto que [la primera] fue violenta, y que los suelos primitivos fueron todavía la sede de otros acontecimientos que actuaron sobre ellos después de ser descubiertos. [...] Todavía había revoluciones, las capas eran derrocadas, etc." Además, su sucesión, que siempre divide la historia de la Tierra en cuatro épocas, está ahora "calibrada" con la de las grandes formaciones definidas por la escuela werneriana y ya no se basa únicamente en la secuencia de depósitos como en 1805; Finalmente, esta historia se complica con una novedad, de la que hablaremos más adelante: las repetidas devoluciones del mar a los continentes. Nota del traductor]

Desde una gran distancia, el ojo percibe en las acanaladuras con que se rasgan sus crestas, en las agudas cumbres que se erizan en él, signos de la manera violenta en que se han levantado, muy diferentes de esas montañas redondeadas, de esas colinas de superficies largas y planas, cuya masa reciente ha permanecido siempre en la situación en que había sido depositada tranquilamente por los mares tardíos.

Estas señales se hacen más evidentes a medida que te acercas a los valles y ya no tienen esos flancos de suave pendiente, esos ángulos salientes y retraídos entre sí, que parecen indicar los lechos de algunas corrientes antiguas; sus aguas a veces se extienden en lagos, a veces se precipitan en torrentes; a veces sus rocas, acercándose de repente, forman diques transversales, de los cuales caen estas mismas aguas en cataratas. Las capas rasgadas, mostrando su borde afilado en un lado, presentan las otras, inclinadamente, grandes porciones de su superficie, que no se corresponden en altura; pero lo que, por un lado, forman la cumbre de la escarpa, se hunden por el otro y no vuelven a aparecer.

Sin embargo, en medio de todo este desorden, los grandes naturalistas han logrado demostrar que todavía hay un cierto orden, y que estas inmensas riberas, rotas y volcadas como están, observan entre ellas una sucesión que es casi la misma en todas las grandes cadenas.

El granito, dicen, del que se componen las crestas centrales de la mayoría de estas cadenas; el granito que lo supera todo, es también una piedra que se hunde debajo de todas las demás, es el más antiguo de los productos que hemos conocido y vuelto a ver en el lugar que le asigna la naturaleza, o que debe su origen a un líquido general, que antes lo hubiera tenido todo en su disolución; o que fue el primero en ser por el enfriamiento de una gran masa que se ha fundido o incluso formado en evaporación.

En sus flancos descansan rocas hojosas, que forman las crestas laterales de estas grandes cadenas; esquistos, pórfidos, areniscas, rocas de aspecto de talcoso que se mezclan con sus capas, y finalmente mármoles con granos salinos, y otras calizas sin conchas, que descansan sobre los esquistos, que forman las crestas exteriores, los peldaños inferiores, los contrafuertes de estas cadenas, y son la última obra por la cual este líquido desconocido.

Este mar deshabitado parecía preparar material para moluscos y zoófitos, que pronto se depositarían en este fondo inmensos montones de conchas o de corales.

Incluso vemos los primeros productos de estos moluscos, de estos zoófitos, mostrándose en pequeño número, y de trecho en trecho, entre las últimas capas de estos suelos primitivos, o en esa porción de la corteza del globo que los geólogos han llamado suelos de transición.

Aquí y allá, nos encontramos con capas de conchas interpuestas entre algunos granitos más recientes que los otros, entre varios esquistos, y entre algunos últimos lechos de mármoles salinos; la vida que quiso apoderarse de este globo parece haber luchado en aquellos primeros tiempos con la naturaleza inerte que antes había dominado; fue solo después de un tiempo bastante largo cuando la naturaleza se hizo cargo por completo, y que a ella sólo pertenecía el derecho de continuar y levantar la sólida envoltura de la tierra.

Por lo tanto, no se pueden negar que las masas que hoy forman nuestras montañas más altas originalmente estaban en estado líquido; mucho después de su consolidación, estaban cubiertas por aguas que no nutrían a los cuerpos vivos; no fue sólo después de la aparición de la vida cuando se produjeron cambios en la naturaleza de la materia que se depositó, variaron las masas formadas antes, así como las que se han formado después; del mismo modo, sufrieron cambios violentos en su posición, y algunos de estos cambios habían tenido lugar desde el momento en que estos montículos existían solos, y no estaban cubiertos por las masas de piedras sueltas. Lo prueban los vuelcos, los desgarros, las fisuras que se observan en sus capas, así como en los de los suelos posteriores, que son aún más numerosos y más marcados.

Pero estas masas primitivas han sufrido otras revoluciones desde la formación de los suelos secundarios, y tal vez han ocasionado, o por lo menos compartido, algunas de las que estos mismos suelos han experimentado. Hay, en efecto, porciones considerables de tierra primitiva desnuda, aunque en una posición más baja que gran parte de la tierra secundaria; ¿cómo no iban a cubrirlos si no se hubieran mostrado desde que se formaron?

Numerosos y voluminosos bloques de productos primitivos se encuentran dispersos en ciertos países en la superficie de las tierras secundarias, separados por profundos valles, o incluso por ensenadas, picos o crestas, de donde pueden haber venido estos bloques; o bien las erupciones deben haberlos arrojado a ellos; o las profundidades que habrían detenido su curso no existían en el momento de su transporte; o, al final, que los movimientos de las aguas que los llevaban pasarían con violencia todo lo que hoy podemos imaginar .

He aquí, pues, un conjunto de hechos, una serie de épocas anteriores a la época actual, de las cuales la sucesión puede verificarse sin incertidumbre, aunque no se puede definir con precisión la duración de sus intervalos; todos estos son puntos que sirven como regla y dirección para esta antigua cronología.

4. Los procesos geológicos actuales

Examen de las causas que actúan todavía hoy en la superficie del globo

Examinemos ahora lo que está sucediendo hoy en el globo; analicemos las causas que aún actúan en su superficie, y determinemos el posible alcance de sus efectos. Esta es una parte de la historia de la tierra tanto más importante cuanto que desde hace mucho tiempo se ha creído posible explicar, por estas causas presentes, las revoluciones anteriores, como es fácil explicar por los acontecimientos pasados de la historia política, cuando estamos bien familiarizados con las pasiones e intrigas de nuestros días. Pero lo veremos, por desgracia. Pero no es así en la historia física: se rompe el hilo de las operaciones; la marcha de la naturaleza se cambia; y ninguno de los agentes que emplea hoy en día sería bastante para producir sus obras antiguas.

Hay ahora cuatro causas activas que contribuyen a alterar la superficie de nuestros continentes: las lluvias y los deshielos que degradan las escarpadas montañas y arrojan las rocas alteradas a sus pies; las aguas corrientes que arrastran estos derrubios y los depositan en lugares donde su curso se ralentiza; el mar que socava el pie de las costas altas, para formar acantilados, y que arroja montículos de arena en las costas inferiores; y, por último, los volcanes que perforan las capas sólidas y levantan o esparcen en la superficie los montones de sus rocas alteradas.

Deslizamientos

Dondequiera que las capas rotas ofrezcan sus laderas empinadas, caen a sus pies fragmentos de sus materiales cada primavera, y aun en cada tormenta, y estos fragmentos se redondean al rodar unos sobre otros, y cuyo montón asume una inclinación determinada por las leyes de cohesión, para formar de esta manera, al pie del escarpe, una cresta más o menos alta, según las caídas de sedimentos alterados sean más o menos abundantes; estas acumulaciones forman la ladera de los valles en todas las zonas de altas montañas, y están cubiertas de una rica vegetación.

Cuando comienzan los desprendimientos de rocas superiores que suelen ser menos frecuentes, pero su falta de solidez los hace propensos a colapsar cuando se ven socavados por los arroyos; y es entonces cuando las ciudades, las villas, los cantones ricos y populosos son enterrados bajo la caída de una montaña; que la corriente de los ríos es interceptada y se forman lagos en lugares que solían ser fértiles y alegres. Pero estas grandes caídas son afortunadamente raras, y la principal influencia de estas colinas de derrubios es proporcionar materiales para las alimentar los torrentes.

Aluviones.

Las aguas que caen sobre las crestas y cumbres de las montañas, o los vapores que desembocan en ellas al condensarse, o la nieve que allí se licúa, desciende por infinidad de hilos a lo largo de sus laderas; retiran algunas parcelas y trazas y surcos ligeros a su paso. Pronto estas redes se encuentran en las hondonadas más marcadas con las que se araña la superficie de las montañas; fluyen a través de los profundos valles que penetran en el pie de ella, y así forman los ríos y arroyos que llevan de vuelta al mar las aguas que el mar había dado a la atmósfera.

Cuando la nieve se derrite, o cuando se produce una tormenta, el volumen de estas aguas de montaña, repentinamente aumentado, precipita con una velocidad proporcional a las laderas y golpearán violentamente al pie de esas crestas los derrubios que cubren las laderas de todos los valles altos; llevan consigo los fragmentos ya redondeados de que están compuestos, los desmenuzan, los vuelven a pulir por la fricción; pero a medida que llegan a valles más llanos, donde su caída disminuye, o a cuencas más anchas, donde se les permite extenderse, arrojan a la playa la mayor de estas piedras que rodaron; los derrubios más pequeños se depositan más abajo; y las partículas arrastradas en agua más pequeñas, o el limo más imperceptible, apenas llegan al gran canal del río.

A menudo incluso el curso de estas aguas, antes de formar el gran río se ve obligado a cruzar un vasto y profundo lago, donde se deposita su limo y del que sale agua limpia. Pero los ríos inferiores y todos los arroyos que nacen de las montañas más bajas, o de las colinas, producen también, en las tierras por las que fluyen, efectos más o menos análogos a los de los torrentes de las altas montañas.

Cuando se hinchan por las grandes lluvias, atacan el pie de las colinas de tierra o arena que encuentran en su curso, y llevan los derrubios de ellas a las tierras bajas, que inundan, y que cada inundación levanta en cualquier cantidad; finalmente, cuando los ríos llegan a los grandes lagos o al mar, y esa rapidez que arrastraba las parcelas de limo cesa por completo.

Estos materiales se depositan a los lados de la desembocadura y eventualmente forman tierras que se extienden por la costa; y, si esta costa es tal que el mar arroja arena por su lado, y contribuye a este aumento, se crean así provincias, reinos enteros, generalmente los más fértiles, y pronto los más ricos del mundo, si los gobiernos dejan que la industria opere allí en paz.

Los efectos que produce el mar sin la ayuda de los ríos son mucho menos afortunados. Cuando la costa es áspera y el fondo arenoso, las olas empujan esta arena hacia la orilla; con cada reflujo se seca un poco, y el viento que casi siempre sopla del mar lo arroja a la playa. Así se forman las dunas, esos montículos arenosos que, si la industria del hombre no logra fijarlos con plantas adecuadas, marchan lenta pero invariablemente tierra adentro, y cubren los campos y las viviendas, porque el mismo viento que levanta la arena de la orilla a la duna arroja la de la cumbre de la duna en su lado opuesto al mar, como si la naturaleza de la arena y la del agua que sube con ella es tal que se puede formar un cemento duradero de ella, las conchas y huesos arrojados a la orilla estarán incrustados con ella; los bosques, los troncos de los árboles y las plantas que crecen cerca del mar quedarán atrapados en estos agregados; y así surgirán lo que

puede llamarse dunas endurecidas, como las que se ven en las costas de Nueva Holanda. Una idea clara de esto se puede tomar de la descripción dejada por el difunto Peron.

Acantilados

Cuando, por el contrario, la costa está alta, el mar, que no puede arrojar nada en ella, ejerce una acción destructiva. Sus olas le corroen el pie y empinan toda la altura del acantilado, porque las partes más altas, al carecer de apoyo, caen incesantemente al agua y se agitan en las olas, hasta que desaparecen las parcelas más blandas y sueltas. Las partes más duras, a fuerza de ser rodadas en direcciones opuestas por las olas, forman estos guijarros redondeados, o esta playa que termina acumulándose lo suficiente como para servir de muralla al pie del acantilado.

Tal es la acción de las aguas sobre tierra firme; y se verá que se compone casi enteramente de nivelación, y en niveles que no son indefinidos. Los derrubios de las grandes crestas llevaban a los valles sus partículas, las de las colinas y llanuras, llevadas al mar; Los aluviones que extienden las costas a expensas de las alturas, son efectos limitados a los que generalmente pone fin la vegetación, que suponen, además, la preexistencia de las montañas, la de los valles, la de las llanuras, en una palabra, todas las desigualdades del globo, y que, por consiguiente, no pueden haber dado origen a estas desigualdades. Las dunas son un fenómeno aún más limitado y, en su mayor parte, altura y extensión horizontal; no tienen ninguna relación con esas enormes masas cuyo origen busca la geología.

En cuanto a la acción que ejercen las aguas en su propio seno, aunque no puede ser tan bien conocida, es posible, sin embargo, determinar hasta cierto punto sus límites.

Depósitos bajo las aguas

Los lagos, los estanques, las marismas, los puertos marítimos, donde caen los arroyos, especialmente cuando descienden de las colinas vecinas y empinadas, depositan en sus fondos montones de limo que eventualmente los llenarían si no se tuviera cuidado de limpiarlos. El mar también arroja lodo y sedimentos a los puertos, a las calas, a los depósitos bajo los lugares donde sus aguas son más tranquilas. Las corrientes se juntan entre ellos o arrojan sobre sus costados la arena que arrancan del fondo del mar, y forman bajíos y barras costeras.

Estalactitas

Ciertas aguas, después de haber disuelto las sustancias calcáreas por medio del ácido carbónico superabundante con el que están impregnadas, permiten que cristalicen cuando este

ácido puede evaporarse, y formen estalactitas y otras concreciones. Hay capas confusamente cristalizadas en el agua dulce, lo suficientemente extensos como para ser comparables a algunos de los dejados por el antiguo mar.

Todo el mundo conoce las famosas canteras de travertino de los alrededores de Roma, y las rocas de esa piedra que el río Tíber aumenta incesantemente y varía de figura. Aquellos se pueden combinar con dos tipos de acciones: los depósitos acumulados por el mar pueden ser solidificados por estalactitas cuando, por casualidad, en los lugares donde se han formado estos montones caen manantiales abundantes en materia calcárea, o que contienen alguna otra sustancia en disolución, y entonces se muestran agregados en los que pueden unirse los productos del mar y los del agua dulce.

Tales son las orillas de la isla de Guadalupe, que ofrecen conchas marinas y terrestres y esqueletos humanos. [añadido en edición 1881: Tal ocurre también en la cantera cerca de Messina, descrita por Saussure, y donde la arenisca está formada por las arenas que arroja el mar, y que aquí se consolidan].

Litófitos

En la zona tórrida, donde los litófitos²⁵³ son numerosas en especies y se extienden con gran fuerza, sus troncos pedregosos se entrelazan en rocas y arrecifes y, elevándose hasta el nivel del agua, cierran las entradas a los puertos y tienden terribles trampas para los navegantes. El mar, arrojando arenas y limo sobre la parte superior de estos arrecifes, a veces elevando la superficie por encima de su propio nivel y forma islas planas, que una rica vegetación pronto viene a dar vida.

*Incrustaciones*²⁵⁴

También es posible que en algunos lugares los animales, cuando van muriendo, dejen sus despojos pedregosos que, unidos entre sí con los menos consistentes, o por otros cementos, formen extensos depósitos de especies de moluscos. Pero no tenemos pruebas de que el mar ahora puede incrustar estas conchas con una pasta tan compacta como el mármol, la arenisca o incluso la piedra caliza gruesa con la que vemos envueltas las conchas de nuestras capas.

253 [Etimológicamente piedra con aspecto de planta vegetal. En la zoología de Cuvier, muchos de los que hoy son celentéreos (corales ramificados) se consideraban vegetales. Y por ello, los restos coralinos eran incluidos en el reino vegetal. Nota del traductor].

254 [En la cultura actual, este concepto ha quedado muy sesgado por la odontología que lo ha difundido por las redes sociales. En el siglo XIX, tenía su sentido original: in-crustar (dado un sustrato duro se introduce en él un cuerpo extraño al mismo). Para Cuvier, en un sustrato rocoso se encuentran “incrustados”, “embebidos” diversos cuerpos pertenecientes a partes duras de seres vivos del pasado. Es el mismo significado que daba Nicolás Steno a finales del siglo XVII al hablar de las “glossopetras”.

<https://www.bubok.es/libros/272330/nicolas-steno-1638-1686-y-las-glossopetrae-la-emergencia-del-paradigma-diluvista> .Nota del traductor]

Menos aún encontramos que precipiten estos cementos en alguna parte de estas capas más sólidas, que precedieron a la formación de lechos de conchas. En resumen, todas estas causas tomadas en conjunto no cambiarían el nivel del mar en una cantidad apreciable, no elevarían una sola capa por encima de ese nivel y, sobre todo, no producirían el menor montículo en la superficie de la tierra.

Se ha afirmado que el mar está disminuyendo en general, y que esto se ha observado en algunos lugares de las costas del Báltico. En otros lugares, como Escocia y varias partes del Mediterráneo, se cree que el mar está subiendo, y que ahora cubre playas que antes estaban por encima de su nivel.

Pero cualesquiera que sean las causas de estas apariciones, es cierto que no son en absoluto generales, excepto en el mayor número de puertos donde hay tanto interés en observar la altura del mar, y donde las obras fijas y fijas proporcionan tantos medios para medir las variaciones, su nivel medio es constante; No hay degradación universal, no hay invasión general.

Volcanes

La acción de los volcanes es aún más limitada, más local, que cualquiera de los que acabamos de hablar. Aunque no tenemos una idea clara de los medios por los cuales la naturaleza mantiene estos focos violentos a tan grandes profundidades, podemos juzgar claramente por sus efectos los cambios que pueden haber producido en la superficie del globo. Cuando un volcán estalla, después de algunos temblores o terremotos, se forma una abertura. Las piedras y las cenizas se arroja; se vomita lava; su parte más fluida fluye en largos canales; el menor se detiene en los bordes de la abertura, eleva su contorno y forma un cono que termina en un cráter. Así, los focos de los volcanes se acumulan en la superficie, después de haberlos modificado,

A partir de materiales previamente enterrados en las profundidades, forman montañas; una vez cubrieron algunas partes de nuestros continentes con ella; de repente han creado islas en medio de los mares; Pero siempre fueron de lava de las que se componían estas montañas e islas; todos sus materiales habían sufrido la acción del fuego; están dispuestos, como debe ser el caso de los materiales que han fluido desde un punto alto. Los volcanes, por lo tanto, no levantan ni derriban las capas a través de los cuales pasa su ventilación; y si algunas causas que actúan desde estas profundidades han contribuido en algunos casos a levantar grandes montañas, no son agentes volcánicos como los que existen en nuestro propio tiempo.

Así, repetimos, es en vano que busquemos en las fuerzas que ahora actúan sobre la superficie de la tierra, causas suficientes para producir las revoluciones y catástrofes de las que su envoltura nos muestra las huellas; Y, si se quiere recurrir a las constantes fuerzas externas hasta ahora conocidas, no se encuentran en ellas más recursos.

Causas astronómicas constantes

El polo de la tierra se mueve en círculo alrededor del polo de la eclíptica; Su eje se inclina más o menos sobre el plano de la misma eclíptica, pero estos dos movimientos, cuyas causas se aprecian ahora, se ejecutan en direcciones y límites conocidos, y que no tienen proporción con efectos tales como los de la misma eclíptica que aquellos cuya grandeza acabamos de presenciar. En cualquier caso, su excesiva lentitud les impediría ser capaces de explicar las catástrofes que acabamos de demostrar que fueron repentinas.

Esta última línea de razonamiento se aplica a todas las acciones lentas que se han imaginado, sin duda con la esperanza de que su existencia no pueda ser negada, porque siempre sería fácil sostener que su misma lentitud las hace imperceptibles.

Cierto o no, no importa; no explican nada ya que no hay una causa lenta no puede haber producido efectos repentinos. Si, pues, se produjera una disminución gradual de las aguas, si el mar arrastrara materia sólida en todas direcciones, la temperatura del globo descendiera o aumentara, no es ninguna de estas cosas la que ha trastornado nuestras capas, la que ha cubierto de hielo con su carne y piel a los grandes cuadrúpedos, la que ha secado conchas que aún hoy están tan bien conservadas como si hubieran sido capturadas vivas. que finalmente ha destruido especies y géneros enteros.

Estos argumentos han impresionado a la mayor parte de los naturalistas, y entre los que han intentado explicar el estado actual del globo, apenas hay uno que lo haya atribuido enteramente a causas lentas, y menos aún a causas que actúan ante nuestros ojos. Esta necesidad en la que se veían a sí mismos de buscar causas diferentes de las que vemos actuar hoy es lo que les ha hecho imaginar tantas suposiciones y les hizo vagar y perderse en tantos sentidos contrarios, que el nombre, incluso su ciencia, como he dicho en otro lugar, ha sido durante mucho tiempo objeto de burla para algunas personas con prejuicios, que sólo veían los sistemas que ha creado y que han olvidado la larga e importante serie de ciertos hechos que nos ha dado a conocer.

Pasemos a otro capítulo del Discurso de Cuvier:

5. Historia de la geología y de los sistemas geológicos

Sistemas antiguos de los geólogos

Durante mucho tiempo sólo se admitieron dos acontecimientos, sólo dos épocas de cambio en el globo terráqueo la creación y el diluvio; Y todos los esfuerzos por parte de los geólogos tendían a explicar el estado actual, imaginando un cierto estado primitivo, modificado después por el diluvio, del cual cada uno imaginaba también a su manera las causas, la facción y los efectos.

[AQUÍ TENEMOS UNA SÍNTESIS DE LAS IDEAS DE CUVIER. TAL VEZ SEA OPORTUNO HACER UN MAPA CONCEPTUAL O EXPRESAR NUESTRAS IDEAS EN UN POWER POIN
 Georges Cuvier es un ferviente diluvista. La geología diluviana, también llamada geología creacionista es una teoría pseudocientífica que intenta interpretar y reconciliar la geología de la Tierra con la creencia

literal en el diluvio universal que se describe en el Génesis 6:8. A principios del siglo XIX, ciertos geólogos conjeturaron que algunas características de la superficie evidenciaban una inundación mundial posterior a anteriores eras geológicas. Tras investigar los hechos, acordaron que estas características eran el resultado de inundaciones locales o glaciares. En el siglo XX, creacionistas de la Tierra joven rescataron la geología diluviana como concepto global en su oposición a la evolución, dando por sentada una creación en seis días y en época reciente, y cambios geológicos cataclísmicos durante el diluvio bíblico, e incorporaron las explicaciones creacionistas de la secuencia de capas en las rocas. En las primeras etapas del desarrollo de la ciencia de la geología, los fósiles se interpretaron como una prueba de inundaciones pasadas. Las «Teorías de la Tierra» del siglo XVII proponían mecanismos basados en leyes naturales dentro de una escala temporal establecida por la cronología bíblica. Al irse desarrollando la geología moderna, los geólogos fueron hallando evidencias de una Tierra antigua, y pruebas que chocaban con la noción de que la Tierra se había formado en una serie de cataclismos, como el diluvio del Génesis. En el Reino Unido, durante el siglo XIX, el «diluvianismo» atribuyó accidentes geográficos y características de la superficie — como los lechos de grava o los bloques erráticos de los glaciares — a los efectos destructivos de este supuesto diluvio global, pero hacia 1830, los geólogos tenían cada vez más claro que las pruebas solo mostraban inundaciones relativamente locales. Los llamados geólogos de las Escrituras intentaron dar prioridad a las explicaciones bíblicas literales, pero les faltó una buena base geológica y fueron marginados por la comunidad científica. Tampoco alcanzaron una gran influencia en la Iglesia. La geología diluviana fue rescatada como campo de estudio dentro de la ciencia de la creación, que forma parte del creacionismo de la Tierra joven. Sus proponentes se ciñen a una lectura literal del Génesis 6:9, consideran que sus pasajes son históricamente correctos, y utilizan la cronología interna de la Biblia para ubicar el diluvio y la historia del arca de Noé dentro de los últimos 5000 años. En 1695, en la obra *Essay toward a Natural History of the earth* («Un ensayo para una Historia Natural de la Tierra»), John Woodward interpretó que la inundación mencionada en el Génesis disolvió rocas y tierra, generando un espeso lodo que atrapó a todos los seres vivos, y cuando las aguas se retiraron, se formaron las capas según la densidad relativa de esos materiales, incluyendo los fósiles de los organismos. Cuando se señaló que a menudo se encontraban capas de menor densidad en zonas más profundas, y que las fuerzas que pulverizaron las rocas habrían destruido también los restos orgánicos, recurrió a la explicación de que la gravedad había quedado temporalmente inhabilitada por un milagro divino. En su obra *New Theory of the Earth* («Nueva teoría de la Tierra»), de 1696, William Whiston combinó las Escrituras con la física newtoniana para proponer que el caos original era la atmósfera de un cometa, que cada día de la creación duró en realidad un año, y que el diluvio del Génesis era el resultado de la llegada de un segundo cometa. Su explicación de cómo la inundación causó la formación de las montañas y la secuencia fósil era similar a la de Woodward. Johann Jakob Scheuchzer apoyó con sus escritos las ideas de Woodward en 1708, describiendo algunas vértebras fósiles como huesos de pecadores que había perecido en el diluvio. En 1726, describió un esqueleto encontrado en una cantera como *Homo diluvii testis*, un humano gigante que probaba la inundación. Esta teoría fue aceptada durante cierto tiempo, pero en 1812 se demostró que el esqueleto pertenecía a una salamandra prehistórica. La moderna ciencia de la geología se desarrolló en el siglo XVIII. El propio término «geología» fue popularizado por la Enciclopedia de 1751. Varios geólogos expandieron la categorización que había hecho Steno de los estratos, entre ellos Johann Gottlob Lehmann, que creía que las montañas más antiguas se habían formado al principio de la creación, y categorizó como *Flötz-Gebürge* a las montañas estratificadas con pocos depósitos minerales pero con finas capas que contenían fósiles, cubiertas con una tercera categoría de depósitos superficiales. En su publicación de 1756, identificó 30 capas distintas en esta categoría, que atribuyó a la acción del diluvio del Génesis, incluyendo posiblemente detritus de montañas más antiguas. Otros geólogos, como Giovanni Arduino, atribuyó las capas secundarias a causas naturales; Georg Christian Fuchsel dijo que los geólogos tenían que aceptar como patrón los procesos en los que la naturaleza produce actualmente sólidos, y que solo los depósitos más recientes podían atribuirse a una gran inundación. Estas ideas están presentes en el *Discours* de 1825

de Georges Cuvier. La clasificación de Lehman fue desarrollada por Abraham Gottlob Werner, que pensaba que las capas rocosas no eran depósitos del diluvio de Noé, sino de un primitivo océano global, una doctrina llamada neptunismo. Nicolas Desmarest socavó aún más la idea de una Tierra joven en 1774 con sus estudios de una serie de volcanes extintos de Europa, cuyas capas habrían tardado más tiempo en formarse. El hecho de que estas capas estuvieran todavía intactas indicaba que cualquier inundación posterior habría sido local y no universal. Contra el neptunismo, James Hutton propuso un antiguo ciclo indefinido de rocas erosionadas que se depositaban en el mar, se consolidaban y se elevaban a causa de fuerzas volcánicas, convirtiéndose en montañas, que a su vez se erosionaban, en procesos naturales que se siguen produciendo. [NOTA del traductor]

Así, según uno (1)²⁵⁵ la tierra había recibido primero una corteza uniforme y ligera que cubría el abismo de los mares, y que se rompió para producir el diluvio; sus derrubios formaron las montañas. Según el otro, el diluvio fue ocasionado por una suspensión momentánea de la cohesión de los minerales; toda la masa del globo se disolvió y la pasta fue penetrada por las conchas.

Según un tercero, Dios levantó las montañas para hacer correr las aguas que habían producido el diluvio, y las llevó a los lugares donde había más piedras, porque de lo contrario no habrían podido sostenerse. Un cuarto defiende que se creó la Tierra con la atmósfera de un cometa, e hizo que fuera inundada por la cola de otro; el calor que le quedó desde su primer origen fue el que excitó a todos los seres vivos al pecado, de modo que todos se ahogaron, excepto los peces, que aparentemente tenían pasiones menos vivas.

Se verá que, mientras se atrincheraban dentro de los límites fijados por el Génesis, los naturalistas se daban una carrera bastante extensa; Y cuando lograron que los seis días de la creación parecieran otros tantos períodos indefinidos, que los siglos ya no les costaban nada, sus sistemas despegaron en proporción al espacio del que podían disponer.

El gran Leibnitz mismo se entretuvo, como Descartes, en hacer de la tierra un sol extinguido, un globo vitrificado, sobre el cual los vapores, al caer al enfriarse, formaron mares que luego depositaron la tierra Caliza.

Demaillet cubrió de agua todo el globo durante miles de años; hizo que las aguas se retiraran gradualmente; todos los animales terrestres habían sido al principio marinos; el hombre mismo había comenzado por ser un pez; y el autor nos asegura que no es raro encontrar en el Océano peces que aún no se han convertido en medio hombres, pero cuya especie algún día lo será.

El sistema de Buffon es poco más que un desarrollo del de Leibnitz, con la adición de un cometa que hizo que la masa licuada de la Tierra emergiera del Sol por un choque violento, al mismo tiempo que la de todos los planetas, de la cual se derivan fechas positivas, ya que por la

255 Se refiere a Burnet. *Telluris Theoria sacra*. Londres. Año 1681 [“Dios” y la “religión” aparecen muy escasamente en el Discurso de Buffon. Y siempre con un cierto sentido de lejanía. Tengo la impresión de que, como Newton, era “deísta”, aceptaba un principio lejano de creación. Y Cuvier propuso que los fósiles eran el resultado de la extinción de animales creados por Yahveh (Dios) en las catástrofes bíblicas o producto de sucesivas creaciones. Así, por ejemplo, un animal que no hubiera entrado en el arca de Noé, nos dejaría ese vestigio de su existencia. Posteriormente aparecerían de nuevo otras especies totalmente diferentes a las extintas. A raíz de esta teoría se estableció la Teoría de las creaciones sucesivas.

temperatura actual de la Tierra es posible saber cuánto tiempo se ha estado enfriando, y por la temperatura actual de la Tierra es posible saber cuánto tiempo se ha estado enfriando. Dado que los otros planetas salieron del sol al mismo tiempo que él, ¿podemos calcular cuántos siglos aún tienen que enfriarse los grandes? y ¿cuánto están ya congelados los pequeños?

Los sistemas más nuevos

Hoy en día, espíritus más libres que nunca también han querido ejercitarse en este gran asunto. Algunos escritores han reproducido y extendido prodigiosamente las ideas de De Maillet que dicen que todo era líquido al principio; que el líquido dio origen a animales al inicio que eran muy simples, como mónadas u otros infusorios y especies microscópicas; y que, como consecuencia de los tiempos, y adquiriendo hábitos las diversas especies de animales se complicaron y diversificaron hasta el punto en que las vemos hoy en día.

[EN QUE SE PARECEN Y SE DIFERENCIAN LAS IDEAS DE CUVIER Y DE BENOIT DE MAILLET

Un autor muy seguido por Cuvier es Benoît de Maillet (Saint-Mihiel, 12 de abril de 1656 – Marsella, 30 de enero de 1738) fue un diplomático e historiador natural francés que viajó mucho por el mundo. Fue cónsul general de Francia en El Cairo y supervisor en el Levante. Formuló una hipótesis evolutiva para explicar el origen de la Tierra y su contenido. Las observaciones geológicas de De Maillet lo convencieron de que la Tierra no pudo haberse creado en un instante porque las características de la corteza indican un lento desarrollo por procesos naturales. También creía que las criaturas terrestres derivaban en última instancia de criaturas que vivían en los mares. Creía en el origen natural del hombre. Estimó que el desarrollo de la Tierra tardó dos mil millones de años. Su obra principal, *Telliamed* (su nombre al revés), se basó en manuscritos escritos entre 1722 y 1732 y se publicó después de su muerte en 1748. El texto impreso fue el resultado de diez años de edición. por el abad Jean Baptiste de Mascrier en un intento de reconciliar el sistema propuesto con el dogma de la Iglesia católica. De Maillet confió en él a pesar de que había hecho un mal trabajo editando su libro anterior *Descripción de l'Egypte* (1735). Como resultado de los retoques de Mascrier, ninguna de las ediciones impresas representa con precisión la obra de De Maillet, aunque la mejor es la tercera y última edición, publicada en La Haya y París en 1755, que incluye la única biografía conocida de De Maillet. NOTA del traductor]

Son todas estas especies de animales las que han convertido el agua del mar en tierra en calcárea poco a poco; las plantas, sobre cuyo origen y metamorfosis nada sabemos, han convertido esta agua en arcilla; pero estas dos tierras, a fuerza de ser despojadas de los caracteres que la vida les había impreso, se resuelven, en último análisis, en sílice; y por eso las montañas más antiguas son más silíceas que las demás. Todas las partes sólidas de la tierra, por lo tanto, deben su nacimiento a la vida, y sin vida el globo seguiría siendo completamente líquido.

Otros escritores han dado preferencia a las ideas de Kepler; como ese gran astrónomo, conceden al globo terráqueo mismo las facultades vitales; un fluido, según ellos, que fluye a través de él; la asimilación tiene lugar tanto allí como en los cuerpos animados, y cada una de sus partes está viva; no dependen de las moléculas elementales más importantes que no tienen un instinto, una voluntad, y que no se atraen y repelen según las antipatías y simpatías

Cada tipo de mineral puede convertirse en inmensas masas en su propia naturaleza, como convertimos nuestra comida en carne y sangre; las montañas son los órganos de la respiración del globo, y las lutitas sus órganos secretores; es por la acción de los minerales como se descompone agua de mar para generar derrubios volcánicos; por último, los filones son como caries, abscesos del reino mineral, y los metales un producto de podredumbre y enfermedad, por eso casi todos huelen mal.

Más recientemente, una filosofía que sustituye el razonamiento por metáforas, partiendo del sistema de la identidad absoluta o panteísmo, da lugar a todos los fenómenos, o, lo que a sus ojos es lo mismo, a todos los seres, por polarización como las dos electricidades, y llamando polarización a toda oposición, a toda diferencia, ya sea que la tomemos de la situación. de la naturaleza, o de las funciones, ve a Dios y al mundo sucesivamente opuestos; en el mundo el sol y los planetas.

[¿ERA CUVIER PANTEÍSTA?

Aunque no tenemos datos de que Cuvier hubiera leído a Baruch Spinoza, hace una alusión velada a su filosofía. El panteísmo se popularizó en la cultura occidental como una teología y filosofía basada en la obra del filósofo del siglo XVII Baruch Spinoza, en particular, en su libro *Ética demostrada según el orden geométrico*. También adoptó una postura panteísta en el siglo XVI el filósofo y cosmólogo Giordano Bruno. Ha sido usual en la época moderna considerar la filosofía de Baruch Spinoza como el más eminente y radical ejemplo de panteísmo, constituyendo de esa forma, el modelo de todos los panteísmos que le seguirán. Esto se debe principalmente a sus afirmaciones sobre el monismo de la sustancia y del estatuto modal de los individuos finitos, en especial el hombre: «Todo cuanto es, es en Dios, y sin Dios nada puede ser ni concebirse» (*Ética*, I, XV). El spinozismo, sin embargo, debe ser considerado más bien como un panenteísmo, porque para el filósofo neerlandés todo está en Dios y el Ser supremo no se confunde ni con el mundo ni con la totalidad de sus modos, al conservar Spinoza la distinción de orden escolástico entre natura naturans (Dios como principio de ser y de su vida irreductible a todo viviente particular) y la natura naturata, conjunto de modos infinitos y finitos. Estando constituido Dios por una infinidad de atributos de los que solo conocemos dos (el pensamiento y la extensión), la metafísica spinoziana no puede interpretarse ni como un panteísmo materialista ni como un panteísmo espiritualista, dado que en ella se dice es tanto res extensa como res cogitans. El panteísmo de Spinoza ha sido objeto de numerosas críticas; una de las más destacadas es la de Schelling, quien considera que Spinoza «anula la libertad y la personalidad de Dios reduciéndolo a un mero objeto incapaz de relacionarse con el mundo» NOTA del traductor]

En cada planeta lo solidifica y lo liquida, y continuando esta marcha, cambiando sus figuras y alegorías si es necesario, llega a los últimos detalles de las especies organizadas.

Sin embargo, hay que estar de acuerdo que hemos escogido ejemplos extremos, y que no todos los geólogos han llevado tan lejos la audacia de sus concepciones como los que acabamos de citar; pero entre los que han procedido con más reserva, y que no han buscado sus medios fuera de la física o la química ordinarias, ¿cuántos no reinan? Todavía no hay diversidad ni contradicción en el uno, todo se ha precipitado sucesivamente.

Divergencias de todos los sistemas

Según uno de los sistemas, todo se ha precipitado sucesivamente por cristalización, todo se ha depositado casi como todavía está; pero el mar, que lo cubría todo, se ha retirado poco a poco.

[DISCUTIR LOS DIVERSOS SISTEMA DE LA TIERRA

Durante el siglo XVIII y XIX se describieron distintos “sistemas” para explicar las Teorías de la Tierra. La interpretación literal de los textos bíblicos, mediante las cronologías allí recogidas, daba a la Tierra una edad de pocos miles de años. En *Los anales de la Tierra* (1650) el arzobispo irlandés James Ussher estimó que había sido creada el año 4004 a.C. Sin embargo, desde Erasmo de Rotterdam se había comenzado a estudiar la Biblia desde una perspectiva histórica y filológica que desechaba la verdad literal de los textos. En *De solido* (1668) el naturalista danés Nicolás Steno expuso los principios de superposición y horizontalidad primitiva de las capas, apuntando a una dimensión más extensa del tiempo geológico. Ya por esta época algunos estudiosos que trataban, como el propio Steno, de reconciliar la duración de los procesos geológicos con el relato bíblico, sostuvieron que los días de la Creación debían considerarse como una metáfora de las épocas geológicas. Hacia 1730, el diplomático y naturalista francés Benoît de Maillet, en una obra de ficción filosófica titulada *Telliamed*, propuso desde una perspectiva neptunista, en función del descenso del nivel del océano primitivo, una edad de dos millones de años para la Tierra; no se atrevió a publicarla, cosa que encomendó a su albacea. En 1755 el filósofo Inmanuel Kant, basándose en la física de Newton, escribió *Historia general de la naturaleza y teoría del cielo*, donde planteaba dos novedosas hipótesis: que el sistema solar se había formado a partir de una nebulosa y que muchas nebulosas eran cúmulos de estrellas; ambas sugerían un tiempo más vasto para la historia del universo. Cuvier sigue a Georges Louis Leclerc, conde de Buffon: en 1779 el conde de Buffon, naturalista francés famoso en toda Europa por su monumental obra *Historia Natural*, publicó *Las Épocas de la Naturaleza*, donde a partir de cálculos sobre el enfriamiento progresivo de la Tierra, mediante extrapolaciones a partir de experimentos con bolas de hierro, determinó su edad en unos 75.000 años. Sin embargo, sabemos por algunos de sus manuscritos inéditos que había calculado que la existencia de seres vivos tenía que remontarse al menos a 1.500.000 años, pero no se atrevió a publicar esa conclusión tan heterodoxa, pues ya había tenido problemas con la Iglesia Católica cuando en su primer tomo de la *Historia Natural* había estimado la antigüedad del globo en 50.000 años. En 1785 el geólogo escocés James Hutton publicó su *Teoría de la Tierra*, donde defiende una concepción temporal cíclica de los procesos geológicos que remite a lo que llamó “tiempo profundo”, una enorme e indeterminable antigüedad del planeta. La observación de las nebulosas llevó al astrónomo William Herschel a postular en su artículo *Sobre la construcción de los cielos* (1785) una dimensión temporal para la formación del universo que debería medirse en millones de años. Gracias a las observaciones de Herschel, el físico y matemático francés Pierre-Simon de Laplace, en su obra *Exposición del sistema del mundo* (1796) pudo reformular con mejores datos la hipótesis nebular: sostuvo que el colapso gravitatorio de una nebulosa había formado el Sol y que los planetas eran el resultado de la fusión del material que orbitaba en torno a él. Estos procesos exigían un tiempo muy vasto. NOTA del traductor]

Por otro sistema, los materiales de las montañas están siendo constantemente degradados y arrastrados por los ríos van al fondo de los mares para ser aplastados bajo una enorme presión, y para formar capas que el calor que los endurece levantará un día con violencia.

Un tercer sistema supone el líquido dividido en una multitud de lagos colocados en un anfiteatro uno encima del otro, que, después de haber depositado nuestras capas de conchas, han roto sucesivamente sus diques para llenar la cuenca del océano.

En un cuarto sistema, las mareas de setecientas u ochocientas brazas, por el contrario, llevan los materiales de vez en cuando el fondo de los mares, y lo arrojaba a las montañas y colinas en los valles, o en las llanuras primitivas del continente.

Un quinto sistema hace caer sucesivamente del cielo, como si fueran piedras meteóricas, diversos fragmentos de que se compone la tierra, y que contienen en los seres desconocidos de que se contienen los restos la huella de su origen extranjero.

Un sexto sistema defiende que el globo terráqueo hueco y coloca en él el núcleo de un imán que transporta, como si fueran cometas, de polo a polo, y arrastrando consigo el centro de gravedad y la masa de los mares, y así ahogando alternativamente los dos hemisferios.

Podríamos citar otros veinte sistemas tan divergentes como estos, y, no nos equivoquemos, nuestra intención no es criticar a sus autores, pero reconocemos que estas ideas han sido generalmente concebidas por hombres de ingenio y erudición, que no ignoraban los hechos, muchos de los cuales incluso habían viajado mucho tiempo con la intención de examinarlos, y que han proporcionado muchos e importantes a la ciencia.

Causas de estas divergencias de interpretación

¿De dónde, entonces, puede venir tal oposición en las soluciones de los hombres que se partes de los mismos principios para resolver el mismo problema?

Si no fuera por el hecho de que nunca se han tenido en cuenta todas las condiciones del problema, lo que ha hecho que permanezca, hasta el día de hoy, indeterminado y susceptible de varias soluciones, todas igualmente buenas cuando se desprecia tal o cual condición; ¿todos son igualmente malos, cuando una nueva condición sale a la luz, o la atención se dirige a alguna condición conocida pero descuidada?

Naturaleza y condiciones del problema

Dejando aparte el lenguaje matemático, diremos que casi todos los autores de estos sistemas, habiendo tenido en cuenta sólo ciertas dificultades que les sorprendían más que otras, se han esforzado por resolverlas de una manera más o menos plausible, y han dejado de lado otras tantas e igualmente importantes. Por ejemplo, sólo ha visto la dificultad de cambiar el nivel de los mares; otra, que la de disolver todas las sustancias terrestres en un mismo líquido; otra,

finalmente, la de hacer vivir a los animales bajo la zona helada, que él creía que estaba en la zona tórrida.

Agotando las facultades de su mente en estas cuestiones, creyeron haber hecho todo lo posible por imaginar algún medio de responderlas hace mucho tiempo, descuidando así todos los demás fenómenos, ni siquiera pensaron siempre en determinar con precisión la medida y los límites de los que trataban de explicar.

Esto es especialmente cierto para el terreno secundario, que es, sin embargo, la parte más importante y difícil del problema. Durante mucho tiempo el terreno secundario no estuvo ocupado, pero fijando débilmente las superposiciones de sus capas y las relaciones de estas capas con las especies de animales y plantas de las que contienen los restos.

¿Hay animales o plantas que son específicos de ciertas capas y que no se encuentran en el en los otros? ¿Qué especies aparecen primero o cuáles después? ¿Estos dos tipos de especies a veces van de la mano? ¿Hay alternativas que cambien esto? o; en otras palabras, ¿las primeras especies regresan por segunda vez y luego las segundas desaparecen? ¿Vivieron todos estos animales, estas plantas, en los lugares donde se encuentran sus restos, o fueron transportados allí desde otro lugar? ¿Siguen todos vivos en algún lugar, o han sido destruidos total o parcialmente?

[QUE ENTIENDES POR EXTINCIÓN DE LAS ESPECIES. ¿CREÍA CUVIER QUE LAS ESPECIES SE EXTINGUEN TODAS? ¿QUEDAN ALGUNAS ESCONDIDAS PARA REAPARECER?

Uno de los problemas que se plantea Cuvier es esto: las grandes revoluciones del globo hacen desaparecer grupos de especies. Pero ¿lo hacen totalmente? ¿quedan algunos restos en algún lugar remoto que luego se reproducen y vuelven a ocupar el espacio anterior? Esto es muy importante para la teoría de las creaciones sucesivas. Cuvier se pregunta: ¿hubo una sola creación y posteriormente el Diluvio bíblico destruyó las antediluvianas pero las del Arca son las que repoblaron la Tierra? Cuvier también estudió fósiles como pruebas de la extinción diluviana. Hacia finales del siglo XVIII, los estudiosos discutían si los fósiles representaban formas de vida que ya no existían o si (como creía el conde de Buffon en el Jardín de las Plantas de París) los fósiles encontrados en Europa y América representaban animales que ya no existían, pero algunos emigraron a los trópicos de donde se originan nuevos centros de dispersión. Buffon argumentó que Dios no habría dejado que sus creaciones se extinguieran. En 1796, Cuvier presentó un artículo al Instituto Nacional de Ciencias y Artes de París, en el que comparaba la anatomía de los elefantes vivos y fósiles, demostrando así que la extinción era un hecho, ya que los elefantes fósiles no habían sido vistos por los humanos recientemente. En los años siguientes, Cuvier siguió documentando la extinción de animales como el perezoso terrestre gigante, el alce irlandés y el mastodonte americano. La investigación de Cuvier sobre las formas extintas le llevó a investigar las causas de la extinción. Propuso una historia geológica catastrofista de la Tierra. En 1825 Cuvier publicó en su *Discours sur les révolutions de la Surface du Globe* (Un discurso sobre las revoluciones de la superficie del globo), que proponía que una serie de acontecimientos catastróficos podrían explicar los cambios en la superficie de la Tierra y la sucesión de las diferentes faunas encontradas en el registro fósil. NOTA del traductor]

¿Existe una relación constante entre la edad de las capas y la semejanza o no semejanza de los fósiles con los seres vivos? ¿Existe alguna diferencia climática entre los fósiles y los de los seres vivos que más se parecen a ellos? ¿Podemos concluir de esto que el transporte de estos

seres, si es que los hubo, se hizo de norte a sur, o de este a oeste, o por irradiación y mezcla? ¿Y podemos distinguir las épocas de estos transportes por las capas que llevan sus huellas?

¿Qué se puede decir de las causas del estado actual del globo, si no se puede responder a estas preguntas, si todavía no tenemos razones suficientes para elegir entre afirmativa o negativa? Pero es muy cierto que durante mucho tiempo nadie de estos puntos ha sido puesto absolutamente fuera de toda duda, lo que apenas parecía haber sido, yo pensé que sería bueno aclararlos antes de hacer un sistema.

Razón por la que estas condiciones deben ser rechazadas

La razón de esta singularidad se encontrará si reflexionamos que todos los geólogos han sido, o bien naturalistas de gabinete, que habían examinado poco la estructura de las montañas por sí mismos, o mineralogistas que no habían estudiado con suficiente detalle las innumerables variedades de los animales, y la infinita complicación de sus diversas partes. Los primeros no ha presentado sino sistemas. Los últimos han hecho excelentes observaciones; realmente sentaron las bases de la ciencia, pero no pudieron completar el edificio.

Progreso en la geología mineral

De hecho, la parte puramente mineral del gran problema de la teoría de la tierra ha sido estudiado con admirable cuidado por De Saussure, y desde entonces llevado después a un asombroso Werner, y por los numerosos alumnos eruditos que formó.

[WERNER ERA DILUVISTA. ¿CÓMO INFLUYE EN CUVIER?]

La influencia de Werner sobre Cuvier es grande. Abraham Gottlob Werner (25 de septiembre de 1749-30 de junio de 1817) fue un científico alemán. Nació en Wehrau, una ciudad en la Silesia prusiana, en la actual Alemania. Werner se educó en Freiberg y en Leipzig, donde estudió leyes, minería y mineralogía y fue entonces nombrado inspector y profesor de la pequeña pero influyente Academia de Minería de Freiberg en 1775. Durante su carrera, la fama de Werner se difundió por toda Europa, atrayendo a estudiantes que más tarde se convertirían en sus colaboradores; entre ellos se encontraban Robert Jameson que llegaría a ser un afamado profesor en Edimburgo y el español-mexicano Andrés Manuel del Río, descubridor del vanadio. Es el padre de la teoría del neptunismo. NOTA del traductor]

El primero de estos hombres famosos, De Saussure, recorrió laboriosamente durante veinte años los cantones más inaccesibles, atacando el estudio de los Alpes en todas sus caras, en todos sus desfiladeros, nos han revelado todo el desorden de los terrenos primitivos y han trazado más claramente la frontera que los distingue de las tierras secundarias.

El segundo, Werner, aprovechando las numerosas excavaciones hechas en el país que posee las minas más antiguas, ha establecido las leyes de la sucesión de capas; Ha mostrado su antigüedad respectiva, y ha perseguido a cada uno de ellos en todas sus metamorfosis. Es a él, y sólo a partir de él, cuando se datará esa geología positiva, en lo que se refiere a la naturaleza

mineral de las capas; pero ni Werner ni de Saussure dieron a la determinación de las especies fósiles orgánicas, en cada género de capas, hecho con el rigor que se hizo necesario, debido al hecho de que el número de los animales conocidos ascendían a un número tan prodigioso.

Otros eruditos estaban, de hecho, estudiando el restos fósiles de cuerpos organizados; los recogieron y tenía miles de ellos representados; sus obras serán colecciones preciosas de estos materiales; pero, más ocupados en la descripción de los animales y las plantas del pasado, no lo consideran en la teoría de la tierra; y miran estas petrificaciones o fósiles como curiosidades, más que documentos históricos o bien contentándose con explicaciones parciales sobre el yacimiento de cada pieza que casi siempre pasaban por alto la investigación de las leyes generales de la posición de los fósiles con respecto a las capas.

[CUVIER Y LOS ERUDITOS: ¿LOS CRITICA CUVIER?

Cuvier no cita quienes pueden ser estos “eruditos” coleccionistas. Uno de ellos, podía ser Atanasius Kircher que tenía un gran Museo en Roma. Tal vez, la figura jesuítica indiscutible en este aspecto y que tiene un libro expresamente dedicado al tema del Diluvio universal, es el Padre Athanasius Kircher. Las ideas de Kircher no son del todo originales. Muchas de sus concepciones hunden sus raíces en las doctrinas clásicas de Platón y Aristóteles, así como en concepciones mágico-herméticas y también de la filosofía estoica. La obra de Kircher es de gran amplitud, tocando los temas más diversos: desde la interpretación de los jeroglíficos egipcios, tratados de lenguas orientales, cultura china (*China Monumentis*, de 1667), paleontología, geofísica y magnetismo (*Ars magnetica* de 1643), matemáticas, medicina, zoología, etc. Parece ser que Kircher tenía gran interés en divulgar los conocimientos. Sus obras tienen gran claridad expositiva, acude con frecuencia a las anécdotas, acompañaba al texto con preciosas litografías y, al escribir en latín, se difundieron sin dificultad por toda Europa. Su afán divulgador le llevó a montar en Roma un gran Museo de Ciencias Naturales (conocido luego como *Musaeum Kircherianum*) Nota del traductor]

6. Los cuadrúpedos fósiles

Importancia de los fósiles en la geología

Sin embargo, la idea de esta investigación era bastante natural. ¿Cómo no íbamos a ver eso? Es sólo a los fósiles a quienes debemos el nacimiento de la teoría de la tierra; y que, sin ellos, ¿nunca se hubiera pensado que hubo épocas sucesivas y una serie de operaciones diferentes en la formación del globo? De hecho, sólo ellos dan la certeza de que el globo no ha tenido siempre la misma envoltura, por la certeza de que deben haber vivido en la superficie antes de ser enterrados así en las profundidades. Es sólo por analogía como se puede llegar a la conclusión de que los fósiles proporcionan directamente a los terrenos secundarios se ha extendido a los terrenos primitivos; y, si sólo existieran terrenos libres de fósiles, nadie podría sostener que estos terrenos no se formaron todos juntos.

Es también a través de los fósiles, por muy escaso que haya sido su conocimiento, que hemos reconocido lo poco que sabemos acerca de la naturaleza de las revoluciones del globo. Nos han enseñado que las capas que los contienen han sido depositadas pacíficamente en un líquido; que sus variaciones correspondían a las del líquido; que su exposición fue ocasionada por el transporte de este líquido; Que esto ha sucedido más de una vez, nada de esto sería seguro sin los fósiles.

El estudio de la parte mineral de la geología, que no es menos necesaria, y que es aún de mucha mayor utilidad para las artes prácticas, es, sin embargo, mucho menos instructivo en relación con el objeto en cuestión.

Estamos en la más absoluta ignorancia en cuanto a las causas que pueden haber causado el cambio de las diferentes sustancias de las que se componen las capas; Ni siquiera conocemos a los agentes que lograron mantener a algunos de ellos en disolución, y todavía hay una disputa sobre si deben su origen al agua o al fuego. En el fondo, hemos visto anteriormente que está de acuerdo en un solo punto; que el mar ha cambiado de lugar. ¿Y cómo ha funcionado el mar? ¿No lo sabemos, excepto por los datos que nos dan fósiles? Los fósiles, que dieron origen a la teoría de la tierra, le han proporcionado al mismo tiempo sus luces principales, las únicas que hasta ahora han sido generalmente conocidas.

Esta idea es la que nos animó a cuidarla; Pero este campo es inmenso, un solo hombre apenas podría tocar una pequeña parte de él. Así que había que tomar una decisión, y pronto la tomamos. La clase de fósiles que es objeto de este trabajo nos atrajo desde el primer vistazo, porque vimos que es a la vez más fértil en consecuencias precisas, y sin embargo menos conocida, y más rica en nuevos temas de investigación.

Importancia especial de los fósiles de cuadrúpedos

De hecho, es notable que los huesos de los cuadrúpedos pueden conducir, por varias razones, a resultados más rigurosos que cualquier otro despojo de cuerpos organizados.

En primer lugar, los fósiles de cuadrúpedos caracterizan más claramente las revoluciones que condujeron a ellas y que les ha afectado. Las conchas anuncian claramente que el mar existía donde se formaron; pero sus cambios de especie podrían deberse, como mínimo, a ligeros cambios en la naturaleza del líquido, o sólo en su temperatura. Podrían haber sido aún más accidentales. No hay ninguna garantía de que, en el fondo del mar, ciertas especies, incluso ciertos géneros, después de haber ocupado ciertas áreas durante un período de tiempo más o menos largo, no hayan podido ser cazados por otros.

[¿QUÉ ENTIENDE CUVIER POR “ORGANISMO”?

Cuvier vio los organismos como totalidades integradas, en las que la forma y función de cada parte estaban integradas en el cuerpo entero. Ninguna parte podrá modificarse sin perjudicar esta integración funcional: . . . las partes que lo componen deben estar dispuestas de tal manera que hagan posible la totalidad del ser vivo, no sólo con respecto a sí mismo, sino también a las relaciones que lo rodean, y el análisis de estas condiciones conduce frecuentemente a leyes generales, tan demostrables como aquellas que se

derivan de cálculos o experimentos. Cuvier no creía en la evolución orgánica, ya que cualquier cambio en la anatomía de un organismo lo habría dejado incapaz de sobrevivir. Estudió los gatos e ibis momificados que Geoffroy había traído de la invasión de Egipto por Napoleón y demostró que no eran diferentes de sus homólogos vivos; Cuvier utilizó esto para respaldar su afirmación de que las formas de vida no evolucionaron con el tiempo. Los organismos eran totalidades funcionales; cualquier cambio en una parte destruiría el delicado equilibrio. Pero la integración funcional de los organismos significaba que cada parte de un organismo, por pequeña que fuera, tenía signos del todo. Así fue posible reconstruir organismos a partir de restos fragmentarios, basándose en principios racionales. Cuvier tenía una capacidad legendaria para reconstruir organismos a partir de fósiles fragmentarios, y muchas de sus reconstrucciones resultaron ser sorprendentemente precisas. Sin embargo, en la práctica, basó sus reconstrucciones menos en principios racionales que en su profundo conocimiento de la anatomía comparada de los organismos vivos. La insistencia de Cuvier en la integración funcional de los organismos lo llevó a clasificar a los animales en cuatro "ramas" o *ramas* : Vertebrata, Articulata (artrópodos y gusanos segmentados), Mollusca (que en ese momento significaba todos los demás invertebrados blandos, bilateralmente simétricos) y Radiata. (cnidarios y equinodermos). Nota del traductor]

Aquí, por el contrario, todo es preciso; la aparición de los huesos de los cuadrúpedos, especialmente el de sus cadáveres enteros en las capas, anuncia que el mismo lecho que los soporta estaba antes seco, o que al menos se había formado una tierra seca en la vecindad. Su desaparición hace seguro que esta capa había sido inundada, o que esta tierra seca había dejado de existir.

Es, pues, de ellos de donde aprendemos, en cierto modo, el importante hecho de las repetidas irrupciones del mar, de las que las conchas y otros productos marinos por sí solos no nos habrían instruido; y es por su estudio minucioso que podemos esperar reconocer el número y las veces de estas irrupciones.

En segundo lugar, la naturaleza de las revoluciones que han alterado la superficie del globo debe haber ejercido una acción más completa sobre los cuadrúpedos terrestres que sobre los animales marinos. Como estas revoluciones consistían, en gran medida, en el desplazamiento del lecho del mar, y como las aguas estaban destinadas a destruir a todos los cuadrúpedos que alcanzaran, si su irrupción era general, puede haber destruido a toda la clase, o, si sólo se ha aplicado a ciertos continentes, fue capaz de acabar al menos con la especie específicos de estos continentes, sin tener la misma influencia en los animales marinos. Al contrario, millones de individuos acuáticos pueden haber sido dejados secos o enterrados debajo de las capas o arrojado con violencia a la orilla, y su especie, sin embargo, se conserva en unos pocos lugares más pacíficos, desde los cuales permitirán esparcirse después de que la agitación de la los mares haya cesado.

En tercer lugar, esta acción más amplia también es más fácil de comprender; Es más fácil para demostrar sus efectos, ya que el número de cuadrúpedos es limitado, la mayoría de ellos siendo conocidas sus especies, por lo menos las grandes, tenemos más medios de determinar si los huesos fósiles pertenecen a uno de ellos, o si provienen de una especie perdida.

Puesto que, por el contrario, estamos muy lejos de conocer todas las conchas y peces del mar, como probablemente todavía ignoramos la mayor parte de los que viven en las profundidades, es imposible saber con certeza si una especie que se encuentra como fósil no

existe en alguna parte viva. Así, vemos que los científicos persisten en dar el nombre de conchas pelágicas, es decir, conchas de alta mar; a los belemnites, los cuernos de Amón [ammonites] y los demás restos testáceos, que hasta ahora sólo se han visto en los capas antiguas, es decir, si aún no han sido descubiertos en el estado de la vida es que habitan en profundidades inaccesibles para nuestras redes.

Indudablemente, los naturalistas no han atravesado aún todos los continentes, y ni siquiera conocen todos los cuadrúpedos que habitan los países por los que han pasado. De vez en cuando se descubren nuevas especies de esta clase; y los que no han examinado cuidadosamente todas las circunstancias de estos descubrimientos, podrían también creer que los cuadrúpedos desconocidos, cuyos huesos se encuentran en nuestras capas, han permanecido hasta ahora ocultos en algunas islas que no han sido encontradas por los navegantes, o en algunos de los vastos desiertos que ocupan el centro de Asia; de Asia, de las dos Américas y de Nueva Holanda.

Hay poca esperanza de que se puedan descubrir nuevas especies de grandes cuadrúpedos

Sin embargo, examinemos cuidadosamente qué clases de cuadrúpedos se han descubierto últimamente y bajo qué circunstancias se han encontrado, y veremos que hay pocas esperanzas de encontrar fósiles que hasta ahora no hemos visto.

Las islas de extensión moderada y situadas a cierta distancia de las grandes tierras, tienen muy pocos cuadrúpedos, la mayoría de los cuales son muy pequeños; cuando poseen grandes cuadrúpedos es porque han sido traídos allí a propósito. Bougainville y Cook no solo se encontraron cerdos y perros en las Islas del Mar del Sur. Los grandes cuadrúpedos de las Indias Occidentales eran los agutis [roedores de América del sur.]

En verdad, las grandes tierras, como Asia, África, las dos Américas y Nueva Holanda, tienen grandes cuadrúpedos y, en general, especies peculiares de cada uno de ellos, de modo que siempre que se ha descubierto alguna de estas tierras, que su situación había mantenido aislada del resto del mundo, la han encontrado allí la clase de cuadrúpedos completamente diferente de lo que existía en otras partes.

Entonces, cuando los españoles atravesaron América del Sur por primera vez, y no encontraron ni uno solo de los cuadrúpedos de Europa, Asia o África. El puma, el jaguar, el tapir, el capibara (carpincho), la llama, la vicuña, los perezosos, los armadillos, las zarigüeyas, todos los sapajous (monos capuchinos), eran para ellos seres completamente nuevos, y de los que no tenían idea.

El mismo fenómeno se ha repetido en nuestros días cuando se han examinado las costas de Nueva Holanda y las islas adyacentes. Los diversos canguros: *fascogale*, *dasiuros*, *perameles* [bandicut], planeadores del azúcar [*pretaurus breviceps*]; ornitorrincos y equidnas han llegado a asombrar a los naturalistas con extrañas conformaciones que rompieron todas las reglas y escaparon a todos los sistemas.

[¿QUÉ SABES DE LOS MARSUPIALES? ¿Por qué LES DEDICA TANTO ESPACIO CUVIER? ¿Por qué NO HAY MARSUPIALES EN EUROPA?

Es compleja la clasificación de los marsupiales, de los cuales sabe mucho Cuvier. El término canguro es el nombre común que se utiliza para designar a las especies de mayor tamaño de la familia Macropodidae, tal como el término ualabí que se utiliza para denominar a las de menor tamaño. Sin embargo, el término no responde a una clasificación científica, por lo que especies pertenecientes a un mismo género (término que agrupa especies estrechamente relacionadas entre sí) pueden ser llamadas canguro, ualabí o ualarú, el nombre vulgar solo depende de su tamaño. Por ejemplo, *Macropus parma* es conocido como el ualabí de Parma, mientras que *Macropus antilopinus*, es denominado indistintamente como canguro antílope o ualarú antílope. Nota del traductor]

Si, pues, hubiera algún gran continente para descubrir, aún podríamos esperar conocer nuevas especies, entre las cuales podrían encontrarse algunas más o menos parecidas a aquellas cuyos restos nos han mostrado las entrañas de la tierra; pero basta echar una ojeada al mapa del mundo, ver las innumerables direcciones en que los navegantes han atravesado el océano, para juzgar que ya no debe haber ninguna gran tierra, a menos que sea hacia el Polo Sur, donde el hielo no permitiría que quedaran restos de vida.

Por lo tanto, es sólo del interior de las grandes partes del mundo que todavía pueden esperarse cuadrúpedos desconocidos.

Ahora, pensándolo un poco, pronto veremos que la expectativa no está más justificada de este lado que de las islas.

Indudablemente, el viajero europeo no atraviesa fácilmente vastas extensiones de tierra desierta, o alimentando sólo a tribus feroces, y esto es especialmente cierto en lo que respecta a África, pero no hay nada que impida que los animales atraviesen estos países en todas direcciones y se dirijan a las costas. Cuando había grandes cadenas montañosas entre las costas y los desiertos del interior, siempre se interrumpían en algunos lugares para permitir el paso de los ríos; y, en estos desiertos abrasadores, los cuadrúpedos prefieren seguir las orillas de los ríos. Las tribus de las costas también ascienden por estos ríos, y rápidamente se familiarizan, (ya sea por sí mismas, ya por el comercio y la tradición de las tribus superiores), con todas las especies notables que viven hasta las fuentes.

Por lo tanto, no ha pasado mucho tiempo para que las naciones civilizadas que han frecuentado las costas de un gran país estén suficientemente familiarizadas con sus animales más representativos, o sorprendentes en su configuración.

Los huesos fósiles de los cuadrúpedos son difíciles de determinar

Pero si bien este estudio es más satisfactorio en sus resultados que el de otros restos fósiles de animales, también está plagado de muchas más dificultades. Las conchas fósiles se presentan generalmente en su totalidad, y con todos los caracteres que pueden hacerlas

comparables con sus análogas en las colecciones o en las obras de los naturalistas, incluso los peces presentan su esqueleto más o menos entero, la forma general de sus cuerpos, y la mayoría de las veces sus caracteres genéricos y específicos, que se derivan de su solides de los partidos.

En los cuadrúpedos, por el contrario, cuando el esqueleto se encontraba entero, sería difícil aplicarle caracteres derivados, en su mayor parte, de pelos, colores y otras marcas que desaparecen antes de la incrustación, y de hecho es infinitamente raro encontrar un esqueleto fósil algo completo; Huesos aislados, arrojados a la basura, casi siempre rotos y reducidos a fragmentos, es todo lo que nuestras capas nos proporcionan en esta clase, y el único recurso del naturalista.

Puede decirse, por lo tanto, que la mayoría de los observadores, asustados por estas dificultades, han pasado ligeramente sobre los huesos fósiles de cuadrúpedos los ha clasificado de una manera vaga, semejanzas superficiales, o ni siquiera se han atrevido a darles una semejanza superficial, y no se han atrevido a darle un nombre; de modo que esta parte de la historia de los fósiles, la más importante e instructiva de todas, es también la menos cultivada de todas.

7. Principio de correlación de las partes

Principio de esta determinación

Felizmente, la anatomía comparada poseía un principio que, bien desarrollado, era capaz de eliminar todos los inconvenientes, y era el de la correlación de formas en los seres organizados, por medio de la cual cada clase de ser podía, en caso de apuro, ser reconocida por cada fragmento de cada una de sus partes.

Todo ser organizado forma un todo, un sistema único y cerrado, cuyas partes se corresponden entre sí, y contribuyen a la misma acción definitiva por una reacción recíproca. Ninguna de estas partes puede cambiar sin que las otras también cambien; y, por consiguiente, cada uno de ellos, tomados por separado, indica y da a todos los demás.

Así, como he dicho en otro lugar, si los intestinos de un animal están organizados de tal manera que sólo digieren carne y carne reciente, él. También deben ser las fauces de las fauces para devorar a la presa; sus garras para agarrarla y desgarrarla; sus dientes para cortarlo y dividirlo; todo el sistema de sus órganos de movimiento para perseguirlo y alcanzarlo, sus órganos de los sentidos para percibirlo desde la distancia, es incluso necesario que la naturaleza haya puesto en su cerebro el instinto necesario saber esconderse y tender trampas a sus víctimas.

Estas serán las condiciones generales del régimen carnívoro; cualquier animal destinado a esta dieta los unirá infaliblemente, pues su especie no podría haber subsistido sin ellos; Pero bajo estas condiciones generales hay condiciones particulares, relativas al tamaño, a la especie, a la residencia de la presa, para las cuales el animal está dispuesto, y de cada una de estas condiciones particulares resultan modificaciones de detalle en las formas que se derivan de las

condiciones generales, tales como no sólo la clase, sino el orden, sino también el género. y hasta la especie, se expresan en la forma de cada parte.

De hecho, para que la mandíbula pueda agarrar, necesita una cierta forma de cóndilo, una cierta relación entre la posición de resistencia y la de poder con el punto de apoyo, un cierto volumen en el músculo crotafito (aquel que sirve para cerrar la mandíbula inferior) que requiere una cierta extensión en la fosa que lo recibe, y una cierta convexidad del arco cigomático por el que pasa; este arco cigomático también debe tener cierta fuerza para dar soporte al músculo masetero.

Para que el animal pueda arrebatarse a su presa, se requiere un cierto vigor en los músculos que levantan la cabeza, de lo cual resulta una forma definida en las vértebras donde estos músculos tienen sus inserciones, y en el occipucio donde se insertan.

Para que los dientes puedan cortar la carne, deben ser afilados, y deben ser más o menos afilados, según que tengan más o menos exclusivamente carne para cortar. Su base tendrá que ser aún más fuerte, ya que tendrán más huesos y huesos más grandes que romper. Todas estas circunstancias afectarán también al desarrollo de todas las partes que sirven para mover la mandíbula.

Para que las garras puedan agarrar esta presa, se requerirá cierta movilidad en los dedos, cierta fuerza en las uñas, de lo cual resultarán formas definidas en todas las falanges, y distribuciones necesarias de músculos y tendones; el antebrazo debe tener cierta facilidad para girar, de lo cual resultarán todavía formas definidas en los huesos de que se compone; pero los huesos del antebrazo, articulado en el húmero, no puede cambiar su forma sin provocar cambios en el en este. Los huesos del hombro deben tener cierto grado de firmeza en los animales que usan sus brazos para agarrar. Y esto todavía resultará en formas peculiares para ellos. El juego de todas estas partes requerirá en todos sus músculos ciertas proporciones, y las impresiones de estos músculos, así proporcionadas, determinarán aún más particularmente las formas de los huesos.

Es fácil ver que se pueden sacar conclusiones similares para las extremidades posteriores, que contribuyen a la rapidez de los movimientos generales; por la composición del tronco y las formas de las vértebras, que influyen en la facilidad y flexibilidad de estos movimientos por las formas de los huesos de la nariz, de la órbita, de la oreja, cuyas relaciones con la perfección de los sentidos del olfato, la vista y el oído son evidentes. En una palabra, la forma del diente arrastra la forma del cóndilo, la de la escápula, la de las uñas, así como la ecuación de una curva implica todas sus propiedades; y así como al tomar cada propiedad por separado como base de una ecuación particular,

encontraría tanto la ecuación ordinaria como todas las demás propiedades de cualquier tipo, igualmente la uña, la escápula, el cóndilo, el fémur y todos los demás huesos, cada uno tomado por separado, dan el diente o se dan recíprocamente; Y a partir de cada uno de ellos, el que poseyera racionalmente las leyes de la economía orgánica podría rehacer todo el animal.

Este principio es tan evidente en sí mismo, en este sentido general, que no necesita más demostración; Pero cuando se trata de aplicarlo, hay muchos casos en los que nuestro

conocimiento teórico de las relaciones de las formas no bastaría si no estuviera apoyado por la observación.

Vemos, por ejemplo, que todos los ungulados deben ser todos herbívoros, ya que no tienen medios para apoderarse de una presa; también vemos que, no teniendo otro uso que hacer de sus patas delanteras que sostener sus cuerpos, no necesitan un hombro tan vigorosamente organizado, de lo cual resulta en la ausencia de clavícula y acromion la estrechez de la escápula; no necesitando girar el antebrazo tampoco, su radio estará fusionado con el cúbito, o al menos articulado por charnelas, y no por artrodia con el húmero; Su dieta herbívora requerirá púas de corona plana para moler semillas y pastos; Esta corona debe ser desigual, y para ello las partes esmaltadas deben alternarse con las partes óseas; Este tipo de corona requiere movimientos horizontales para su trituración, el cóndilo de la mandíbula no puede estar tan apretado como en los animales carnívoros, debe estar aplanado, y también responder a una faceta del hueso de las sienas más o menos aplanada; La fosa temporal, que tendrá solo un pequeño músculo para acomodar, será poco profunda y poco profunda, etc.

Todas estas cosas se deducen unas de otras, según su mayor o menor generalidad, y de tal manera que la una es esencial y exclusivamente propia de los ungulados, y las otras, aunque igualmente necesarias en estos animales, no serán exclusivas de ellos, sino que podrán encontrarse en otros animales, donde el resto de las condiciones aún lo permitan.

Tablas de los resultados generales de estas investigaciones

Considerados en relación con las especies, más de noventa de estos animales son ciertamente desconocidos para los naturalistas hasta el día de hoy; once o doce tienen una semejanza tan absoluta con las especies conocidas, que puede haber pocas dudas en cuanto a su identidad; los otros exhiben, con especies conocidas, muchos rasgos de semejanza; pero la comparación aún no se ha hecho de una manera tan escrupulosa como para eliminar todas las dudas.

Consideradas en relación con los géneros, de las noventa especies desconocidas, hay casi sesenta que pertenecen a géneros nuevos; las otras especies pertenecen a géneros o subgéneros conocidos.

No es inútil considerar a estos animales también en relación con ellas y a las órdenes a las que pertenecen.

De las ciento cincuenta especies, alrededor de una cuarta parte son cuadrúpedos ovíparos, y todos los demás mamíferos. De estos, más de la mitad pertenecen a ungulados no rumiantes.

Sería todavía prematuro sacar conclusiones acerca de estos números en relación con la teoría de la Tierra, porque no están necesariamente relacionados con el número de los géneros o especies que pueden estar enterrados en nuestras capas. Así se han recogido muchos más huesos de especies grandes, que impresionan más a los obreros, mientras que los de los pequeños suelen descuidarse, a no ser que la casualidad los haga caer en manos de un naturalista, o alguna

circunstancia peculiar, como su extrema abundancia en ciertos lugares, atraiga la atención del vulgo.

Información de las especies incluidas en las capas

Lo que es más importante, lo que es incluso el objeto más esencial de todo mi trabajo, y establece su verdadera relación con la teoría de la tierra, es saber en qué capas se encuentra cada especie, y si hay leyes generales relativas a las subdivisiones zoológicas, o a la semejanza más o menor de las especies con las actuales.

Las leyes reconocidas a este respecto son muy bellas y muy claras.

En primer lugar, es cierto que los cuadrúpedos ovíparos aparecen mucho antes que los vivíparos; que son aún más abundantes, más fuertes y más variados en las capas antiguas que en la superficie actual del globo.

Ictiosaurio, plesiosaurio, varias tortugas y varios cocodrilos se encuentran debajo de la creta en las tierras comúnmente conocidas como Jura. Los varanos de Turingia serían aún más antiguos si, como piensa la escuela de Werner, los esquistos cobrizos que los contienen en medio de tantas clases de peces, que se cree que son de agua dulce, se encuentran entre los lechos más antiguos de la tierra secundaria. Los enormes saurios y las grandes tortugas de Maëstricht están en la formación de greda pero son animales marinos.

[Para Cuvier, la palabra *craie*, tiza, creta, yeso... no tiene el mismo significado que para nosotros. Para Cuvier designa una roca sedimentaria blanda que cubre gran parte de la Tierra y que son sedimentos del Diluvio Universal bíblico. Se diferencia de la grès, greda, barro, terreno arcilloso. De alguna manera, la *craie* se parece a la marga (caliza + arcilla) y la grès a la arcilla. NOTA del traductor]

Esta primera aparición de huesos fósiles, por lo tanto, parece anunciar ya que existió tierra seca y agua dulce antes de la formación de la creta; pero ni en ese momento, ni durante la formación de la creta, ni siquiera durante mucho tiempo después, ha habido huesos incrustados de mamíferos terrestres, o al menos el pequeño número de esas supuestas formas, sino una excepción casi intrascendente.

Las especies perdidas no son más que variedades de las especies que viven

¿Por qué las especies actuales, se preguntará, no han de ser modificaciones de las antiguas especies que se encuentran entre los fósiles, modificaciones que habrían sido producidas por las circunstancias locales y el cambio del clima, y llevadas a esta diferencia extrema por la larga sucesión de años?

Sobre todo, esta objeción debe parecer fuerte a aquellos que creen en la posibilidad indefinida de alteración de las formas en los cuerpos organizados, y que piensan que con los

siglos y los cambios de hábitos todas las especies podrían transformarse las unas en las otras o ser el resultado de una sola de entre ellas.

Sin embargo, puede responderse, en su propio sistema, de que, si las especies han cambiado gradualmente, se deben encontrar rastros de estas modificaciones graduales; que entre el *Palaeotherium* y las especies de nuestros días se descubrieran algunas formas intermedias, y que hasta el presente esto no ha sucedido.

¿Por qué las entrañas de la tierra no han conservado los monumentos de tan curiosa genealogía, sino porque las especies de la antigüedad eran tan constantes como las nuestras, o al menos porque la catástrofe que las destruyó no les dio tiempo a entregarse a sus variaciones?

En cuanto a los naturalistas que admiten que las variedades están restringidas dentro de ciertos límites fijados por la naturaleza, es necesario, para responderles, examinar hasta dónde se extienden estos límites, una curiosa investigación, muy interesante en sí misma en un número infinito de aspectos, y a la que, sin embargo, se ha prestado muy poca atención hasta ahora.

Esta investigación presupone la definición de la especie que sirve de base para el uso de la palabra, a saber, que la especie incluye *aquellos individuos que descienden unos de otros o de parientes comunes, y aquellos que se parecen a ellos tanto como se parecen entre sí.*

TAL VEZ SEA ESTE EL MOMENTO DE HACER UNA REFLEXIÓN SOBRE EL CONFLICTO ENTRE CUVIER Y LAMARCK sobre los mecanismos del transformismo.

En 1812, Cuvier había recogido tanto material que completó el volumen *Investigaciones sobre los Huesos Fósiles de Cuadrúpedos (Recherches sur les Ossements Fossiles de Quadrupèdes)*, que consta de cinco gruesos volúmenes y se publicó en París entre 1817 y 1824. Aquí estribaba una de las discrepancias con su compañero de laboratorio y subordinado, Juan Bautista Monet, barón de Lamarck. Este no era capaz de aceptar la posibilidad de un mecanismo natural por el que una especie bien adaptada pudiera llegar a extinguirse, a excepción de los organismos más simples. En este sentido, estaba influenciado por las ideas de Linneo de la economía de la naturaleza. En esa economía equilibrada, la cantidad de individuos de una especie podría aumentar o disminuir, pero nunca extinguirse ésta. Pero Cuvier fue más adelante: no solo reconoce el *hecho* de las extinciones episódicas (catastróficas) sino que también postula un mecanismo para explicar las *causas* de las mismas. Con la prepotencia del sabio y del jefe, postulaba, defendía y pontificaba que las extinciones eran causadas por gigantescos desastres naturales que se extenderían rápidamente sobre parte del globo, y alterarían profundamente la economía de la naturaleza. Lamarck, por su parte, arguía que, en caso de catástrofe, las especies se "**transformaban**" (cambiaban de forma para sobrevivir). Ante la elección entre transformación y extinción, los naturalistas coetáneos de Cuvier, encontraron más sencillo optar por la extinción. A medida que el testimonio fósil se acumulaba, todo coincidía en mostrar la equivocación de Lamarck al rechazar la extinción y el acierto de Cuvier. El antagonista más duramente combatido por Cuvier es Lamarck. Juan Bautista Pedro-Antonio Monet, caballero de La Marck, más conocido como **Lamarck**, nació en 1744 en Bazentin, al norte de Francia. Era, pues, 25 años más viejo que Cuvier. Estudió en el Colegio de los jesuitas de Amiens. En 1770, Lamarck va a estudiar Medicina a París y posteriormente se dedica a la carrera militar, pero un accidente le obliga a dejar el ejército. Deja la medicina y en 1778 publica una obra sobre la flora francesa (*Flore française*). Esta obra le abre la amistad con Buffon, entonces poderoso personaje en el Jardin du Roi, que le hace académico y lo introduce en este centro prestigioso. Cuando la Convención crea el Museo de Historia Natural de París, Lamarck es encargado de un curso de zoología (1790) pero en 1795 regresa al mundo de la botánica. En 1800, da a conocer sus primeras ideas transformistas y es el creador de la palabra "biología" en 1802. En 1809, publica la primera edición de la *Philosophie Zoologique*, donde expone sus

ideas biológicas. Propone la "transformación" lineal y siempre renovada que, a partir de la generación espontánea, da lugar a una *Scala Naturae* de mayor perfección impulsada por una fuerza interior de cambio y adaptación por el uso y desuso de los órganos. Otras obras de Lamarck son: *Système des animaux sans Vertèbres* (1801), *Hydrogéologie* (1802), *Philosophie géologique* (1809) 2 vol., *Mémoire sur les fossiles des environs de Paris* (1823). Posteriormente, entre 1815 y 1822, publica los siete tomos de *Historia Natural de los Animales sin Vértebras*. Pobre, solo, enfermo y ciego fallece el día 18 de diciembre de 1829, sin que sus méritos científicos fueran reconocidos. El Elogio fúnebre en la Academia de Ciencias fue encomendado a Cuvier y éste fue muy cruel con él como hemos visto. A Lamarck se le conoce- por contraposición a Cuvier- como "transformista" biológico. El hilo conductor de sus ideas es que la naturaleza ha ido produciendo, gradual y sucesivamente, y todavía lo hace, los diversos grupos de seres vivos. La creencia en la "generación espontánea" es para Lamarck algo incontrovertible. Desde esta perspectiva, no tiene sentido en la mente de Lamarck hablar de "especies" ni de "extinciones". Es toda la materia viva como un gran flujo con conciencia que se "transforma", se "adapta" a las nuevas circunstancias por uso y desuso de los órganos. Esta transformación lamarckiana es siempre gradual, lenta, continua y progresiva.

Lamarck era deísta: consideraba a la naturaleza como un *poder* u *orden de cosas* con sus propias leyes, pero siempre sujetas al Supremo Hacedor. Sigue la opinión del siglo XVIII de que todos los seres vivos forman una *gran cadena* o *escala* desde los más sencillos a los más complejos; pero esta secuencia de organismos se consideraba solo en plan puramente morfológico, de ordenación en el espacio y no en el sentido de que tuviera continuidad en "el tiempo", es decir, que unos descendieran de otros. Lamarck, sin embargo, introduce la dimensión biológica de descendencia a la *Scala Naturae*, en cuya cúspide sitúa al hombre. Además, no hay una sola cadena de seres, sino dos series separadas, los animales y los vegetales.

Lamarck mantenía una teoría del estado estacionario que luego recuperará Hutton y luego Lyell. En su pensamiento el tiempo no tiene principio ni fin. Todo está en proceso. Las especies no existen. Solo el flujo continuo de la vida que siempre está empezando. Por ello, son escasas las referencias de Lamarck a las especies extinguidas. Y dentro de su mentalidad es prácticamente imposible la extinción, pues la vida es un proceso siempre actuando y transformándose pero sin extinguirse lo que existía.

El pensamiento evolutivo de Lamarck se desarrolló durante el cambio de siglo, en el contexto de un vivo debate sobre la extinción. Tanto Cuvier como Lamarck estaban de acuerdo en que las migraciones podían ser, hasta cierto punto, la explicación de las diferencias entre las formas fósiles y las formas vivas. Pero discrepaban en la idea de extinción. Para Lamarck, las especies se transforman. Para Cuvier, se extinguían. Lamarck no era capaz de contemplar un mecanismo natural por el que una especie bien adaptada pudiera llegar a extinguirse, a excepción de los organismos más simples. En este aspecto estaba influenciado por la idea de Linneo de la "economía de la naturaleza". Linneo y otros naturalistas reconocían una "lucha entre seres" en la que una especie se come a otra. Sin embargo, pensaba que todas estas relaciones ecológicas se ajustaban mutuamente estableciéndose un equilibrio general. En esa *economía* equilibrada de la naturaleza, la cantidad podría aumentar y disminuir, pero ninguna especie llegaría a extinguirse. La obra de Lamarck es una obra de transición y junto a intuiciones brillantes mantiene errores y concepciones anticuadas, como son las de la generación espontánea. En esto chocó frontalmente con Cuvier, para el cual no existía transformación en los seres vivos, sino extinción catastrófica y nueva creación. NOTA del traductor)

Así, llamamos variedades de una especie sólo a aquellas variedades de unas especies más o menos diferentes que pueden haber salido de ella de generación en generación. Nuestras observaciones sobre las diferencias entre antepasados y descendientes son, por lo tanto, para

nosotros la única regla razonable, ya que cualquier otra caería en hipótesis sin pruebas para una demostración.

Cualquiera puede examinar las copias dadas por Kirker y Zoega sin tener en cuenta el. Pureza de línea de los originales, siguen ofreciendo figuras muy reconocibles. Es fácil distinguir el ibis, el buitre, la lechuza, el halcón, el ganso egipcio, la avefría, el rascón de tierra, la víbora de anteojos o el áspid, la víbora cornuda, la liebre egipcia con sus largas orejas, incluso el hipopótamo; y en estos numerosos monumentos grabados en la gran obra sobre Egipto vemos a veces los animales más raros, el algazel (el orix blanco), por ejemplo, que sólo se ha visto en Europa durante unos pocos años.

Mi erudito colega M. Geoffroy Saint-Hilaire, imbuido de la importancia de esta investigación, se ha ocupado de recoger de las tumbas y templos del Alto y Bajo Egipto tantas momias de animales como ha podido. Trajo gatos, ibis, aves rapaces, perros, monos, cocodrilos, una cabeza de buey, todos embalsamados, y ciertamente no hay más diferencia entre estos seres y los que vemos, que entre las momias humanas y los esqueletos de los hombres de nuestros días

[DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE LAS IDEAS DE CUVIER Y DE SAINT HILAIRE
Las relaciones entre Cuvier y Saint Hilaire no eran demasiado buenas El libro de Hervé Le Guyader, titulado «Geoffroy de Saint Hilaire. Un naturaliste visionnaire», contiene el texto íntegro del tratado “Principes de Philosophie zoologique (Discutés en Mars 1830 au sein de l’Academie Royale des Science)”, de Geoffroy, y los escritos correspondientes al debate con Cuvier. Aunque el debate versaba acerca de la conveniencia o no de buscar un plan único en el desarrollo de los animales, su significado es más profundo. Si aceptamos el plan único, estaremos admitiendo que el hombre es, ni más ni menos que eso: un animal. Pero en 1830 el terreno académico no estaba todavía bien preparado para esto. Para admitir en los medios académicos que el hombre es un animal será necesario que llueva mucho y que la historia deje caer todavía unos cuantos golpes sobre las espaldas de los intelectuales, que no sobre las del hombre de la calle, para quien las cosas siempre estuvieron más claras. Así, en la primera mitad del siglo XIX; mucho antes de existir una biología moderna; antes de haberse escuchado los azotes repartidos a diestro y siniestro por Nietzsche, por Marx y por Freud, Geoffroy defiende la que luego será una idea central de la biología. https://www.madrimasd.org/blogs/biologia_pensamiento/2008/03/12/86451 NOTA del traductor]

Se podían encontrar entre las momias de ibis y los ibis descritos por los naturalistas hasta nuestros días; pero he eliminado todas las dudas en una memoria sobre esta ave, que se encontrará al final de este discurso, y en la que he demostrado que es aún ahora la misma que en el tiempo de los faraones. Soy muy consciente de que sólo estoy citando individuos de dos o tres mil años de antigüedad, pero eso siempre es retroceder lo más posible.

No hay, por lo tanto, nada en los hechos conocidos que pueda apoyar en lo más mínimo la opinión que los nuevos géneros que he descubierto o establecido entre los fósiles, como tampoco los que han sido descubiertos por otros naturalistas, los *palaeotheriums*, los *anoplotheriums*, los *megalonyxes*, los mastodontes, los pterodáctilos, los ictiosaurios, etc. pueden haber sido los antecesores de algunos de los animales actuales, que difieren de ella sólo en la influencia del tiempo o del clima; y aunque fuera verdad (cosa que todavía estoy lejos de creer) que los elefantes, los rinocerontes, los ciervos gigantescos y los osos fósiles no difieren de los de hoy más de lo que las especies de perros difieren entre sí, no sería posible concluir de esto la

identidad de las especies, porque las especies de perros han estado sujetas a la influencia de la domesticidad que estos otros animales no han sufrido ni han podido soportar.

Además, cuando sostengo que los bancos pedregosos contienen los huesos de varios géneros, y los capas sueltas los de varias especies que ya no existen, no pretendo que haya sido necesaria una nueva creación para producir las especies que ahora existen; Sólo digo que no existían en los lugares donde ahora se ven, y que deben haber venido allí de otra parte. Supongamos, por ejemplo, que una gran irrupción del mar cubriera el continente de Nueva Holanda con un montón de arena u otros derrubios, enterraría allí los cadáveres de canguros: fascolomas, dasyuros, perameles, petauros del azúcar, equidnas y ornitorrincos, y destruiría por completo las especies de todos estos géneros, ya que ninguno de ellos existe ahora en otros países.

Que esta misma revolución puede haber secado los estrechos pequeños y multiplicados que separan Nueva Holanda del continente asiático, y abrirá entonces un camino para elefantes, rinocerontes, búfalos, caballos, camellos, tigres y todos los demás cuadrúpedos asiáticos que vendrán a poblar una tierra donde antes eran desconocidos. Que un naturalista, después de haber hecho un buen estudio de toda esta naturaleza viva, se le ocurra excavar el suelo en el que vive, y encontrará allí los restos de seres muy diferentes.

Lo que Nueva Holanda sería, en el supuesto que acabamos de hacer, Europa, Siberia y una gran parte de América, son de hecho; y tal vez algún día se descubra, cuando examinemos los otros países y la propia Nueva Holanda, que todos ellos han sufrido revoluciones similares, casi diría intercambios mutuos de producciones, porque, vayamos más de cerca a la suposición. Después de este transporte de los animales asiáticos a Nueva Holanda, admitamos una segunda revolución que destruirá Asia, su patria primitiva; los que los observen en Nueva Holanda, su segundo país, se sentirán tan avergonzados de saber de dónde vienen, como uno puede estarlo ahora de encontrar el origen de la nuestra.

Aplico esta forma de ver a la especie humana.

[Como ya hemos apunta más arriba, Nueva Holanda (en neerlandés: *Nieuw Holland*; en latín: *Nova Hollandia*) es un nombre histórico europeo que recibió la isla-continente de Australia. El nombre fue aplicado por primera vez a dicho continente en 1644 por el marino neerlandés Abel Tasman. El nombre se aplicó a toda la *Tierra del Sur* o *Terra Australis*, aunque la costa del continente aún no se había explorado por completo; pero después del asentamiento británico en Sídney en 1788, el territorio al este del continente reclamado por Gran Bretaña fue nombrado *Nueva Gales del Sur*, dejando la parte occidental como *Nueva Holanda*. Nueva Holanda continuó usándose de manera semioficial y popular como nombre para todo el continente hasta mediados de la década de 1850. NOTA del traductor]

No hay huesos de humanos fósiles

Es cierto que aún no se han encontrado huesos humanos entre los fósiles; y esta es una prueba más de que las especies fósiles no eran variedades, ya que no podían haber sido influenciadas por el hombre.

Digo que nunca se han encontrado huesos humanos entre los fósiles, por supuesto entre los fósiles: por supuesto, entre los fósiles propiamente dichos, es decir, en las capas regulares de la superficie del globo; porque en las ciénagas, en los aluviones, así como en los cementerios, bien podrían desenterrarse huesos humanos, así como huesos de caballos u otras especies vulgares; también se podían encontrar en grietas en la roca, en cuevas donde las estalactitas se habrían amontonado sobre ellas; pero en los lechos que contienen a las especies antiguas, entre los paleoterios, e incluso entre elefantes y rinocerontes, ni lo más mínimo Hueso humano.

8. Examen de la edad de los continentes

Pruebas físicas de la novedad de la edad actual de los continentes

Por el contrario, si examinamos cuidadosamente lo que ha ocurrido en la superficie del globo desde que se secó por última vez, y los continentes asumieron su forma actual, al menos en sus partes algo elevadas, vemos claramente que esta última revolución, y por consiguiente el establecimiento de nuestras sociedades actuales, ha sido el resultado de esta última revolución, y por consiguiente el establecimiento de las sociedades actuales, no puede ser muy antiguo. Este es uno de los resultados más probados y comprobados en lo que menos se espera de una geología sólida; un resultado tanto más precioso cuanto que une la historia natural y la civil en una cadena ininterrumpida.

Midiendo los efectos producidos en un tiempo dado por las causas que ahora están activas, y comparándolas con las que han producido desde que comenzaron a actuar, podemos determinar aproximadamente el instante en que comenzó su acción, que es necesariamente el mismo en que nuestros continentes asumieron su forma actual. o el del último y repentino retroceso de las aguas.

Fue, en efecto, a partir de este retroceso que nuestros actuales escarpes comenzaron a derrumbarse y a formar colinas de derrubios a sus pies; que nuestros ríos actuales han comenzado a fluir y a depositar su aluvi6n; que nuestra vegetaci6n actual ha comenzado a expandirse y a producir tierra para macetas; que nuestros acantilados actuales empezamos a ser devorados por el mar; que nuestras dunas actuales han comenzado a ser arrastradas por el viento; del mismo modo que fue a partir de este mismo per6odo que las colonias humanas comenzaron o comenzaron de nuevo a extenderse, y a establecerse en los lugares que la naturaleza lo permit6a. No hablo de nuestros volcanes, no s6lo por la irregularidad de sus erupciones, sino porque no hay nada que pruebe que no hayan podido existir bajo el mar, y que, por lo tanto, no se les puede hacer servir para la medida del tiempo que ha transcurrido desde su 6ltima retirada.

Terreros, mont6culos de arena

Los se6ores Deluc y Dolomieu son los que han examinado m6s cuidadosamente el curso de los desembarcos; Aunque se oponen mucho en un gran n6mero de puntos de la teor6a de la

tierra, están de acuerdo en éste: los aterrizajes aumentan muy rápidamente; Deben haber aumentado mucho más rápidamente al principio, cuando las montañas proporcionaron más material para los ríos, y sin embargo su extensión es todavía bastante limitada.

[SABER ALGO SOBRE UNO DE LOS COLEGAS DE CUVIER

Jean André de Luc (1727–1817), geólogo y meteorólogo suizo, nacido en Ginebra el 8 de febrero de 1727, descendía de una familia que había emigrado de Lucca y se había establecido en Ginebra en el siglo XV. Construyó poco a poco, junto con su hermano Guillaume Antoine, un espléndido museo de mineralogía y de historia natural en general, que luego fue ampliado por su sobrino J. André Deluc (1763-1847), que también fue un escritor sobre geología. Se traslada a Inglaterra en 1773. Ese mismo año fue nombrado miembro de la Royal Society. En Alemania pasó el sexenio de 1798 a 1804; y tras su regreso emprendió un viaje geológico por Inglaterra. Según Cuvier, estuvo entre los primeros geólogos de su época. Su principal obra geológica, *Lettres physiques et morales sur les montagnes et sur l'histoire de la terre et de l'homme*, publicada por primera vez en 1778 y en una forma más completa en 1779. Trataba de la aparición de las montañas y de la antigüedad de la especie humana, explicaba los seis días de la creación mosaica como otras tantas épocas anteriores al estado actual del globo, y atribuía el diluvio al llenado de cavidades que se suponía habían quedado vacío en el interior de la tierra. Publicó posteriormente una importante serie de volúmenes sobre viajes geológicos por el norte de Europa (1810), Inglaterra (1811) y Francia, Suiza y Alemania (1813). Estos fueron traducidos al inglés. De Luc pretendía principalmente refutar el sistema vulcanista de Hutton y Playfair, quienes deducían los cambios de la estructura terrestre a partir de la operación del fuego, y atribuyó al estado actual de los continentes una antigüedad mayor que la requerida en el sistema neptuniano adoptado por Deluc según D. Dolomieu. NOTA del traductor]

Las Memorias sobre Egipto de Dolomieu tienden a probar que, en tiempos de Homero, la lengua de tierra en la que Alejandro construyó su ciudad aún no existía; que era posible navegar inmediatamente desde la isla del Faro hasta el golfo que después se llamó lago Mareolis, y que este golfo era entonces de la longitud indicada por Menelao; de unas quince a veinte leguas. Por lo tanto, sólo se habrían necesitado los novecientos años que habían transcurrido entre Homero y Estrabón para poner las cosas en el estado en que este último las describe, y reducir este golfo a la forma de un lago de seis leguas de largo.

9. Astronomía antigua y edad de los continentes

Así se aplicaron, como casi todos los pueblos que comienzan esta investigación, para observar las salidas y puestas de sol heliacas de las estrellas. Lo sabemos que eligieron particularmente el ascenso heliaco de Sirio; En primer lugar, sin duda, debido a la de la belleza de la estrella, y especialmente porque en aquellos tiempos antiguos la salida de Sirio, coincidiendo casi con el solsticio, y anunciando la inundación, era para ellos el fenómeno más importante de esta clase. Incluso sucedió que Sirio, bajo el nombre de Sothis, desempeñó el papel más importante en toda su mitología y ritos religiosos.

Suponiendo, por lo tanto, que el retorno de la salida heliaca de Sirio y el año tropical fueran de la misma duración, y finalmente creyendo que esta duración era de tres

ciento sesenta y cinco días y cuarto, imaginaron un período después del cual el año tropical y el año viejo, el año de trescientos sesenta y cinco días solamente, volverían al mismo día; un período que, de acuerdo con estos datos inexactos, fue necesariamente mil cuatrocientos sesenta y un años sagrados, y mil cuatrocientos sesenta de esos años perfeccionados a los que dieron el nombre de los años de Sirio.

10. Conclusiones

Conclusión general relativa al tiempo de la última revolución.

Creo, pues, con los señores de Luc y Dolomieu, que si algo se observa en la geología es que la superficie de nuestro globo ha sido víctima de una gran y repentina revolución, cuya fecha no puede remontarse mucho más atrás, en cinco o seis mil años; que esta revolución ha hundido y destruido los países antes habitados por los hombres y las especies de animales que ahora son las más conocidas; que, por el contrario, secó el fondo del último mar y formó los países ahora habitados que es a partir de esta revolución que el pequeño número de individuos que se han salvado de ella están muy extendidas y se propagan en tierras recién secas, por lo que Es sólo desde entonces que nuestras sociedades han reanudado una marcha progresiva, que han formado establecimientos, erigido monumentos, recogido hechos naturales, y sistemas científicos combinados.

Pero estos países, ahora habitados, y que la última revolución ha secado, ya habían sido habitados antes, si no por hombres, al menos por animales terrestres; En consecuencia, al menos, una revolución anterior los había puesto bajo el agua; y, a juzgar por los diferentes órdenes de animales cuyos restos se encuentran allí, tal vez habían sufrido hasta dos o tres irrupciones del mar.

Ideas para futuras investigaciones en geología.

Son estas alternativas las que ahora me parecen el problema geológico más importante que hay que resolver, o más bien que hay que definir, que hay que circunscribir bien, para poder resolverlo enteramente; Habría que descubrir la causa de estos acontecimientos, una empresa de naturaleza completamente diferente.

Una vez más, vemos con bastante claridad lo que está sucediendo en la superficie de los continentes en su estado actual; Hemos comprendido bastante bien el curso uniforme y la sucesión regular de los terrenos primitivos, pero el estudio de las tierras secundarias está apenas esbozado; esa maravillosa serie de zoófitos y moluscos marinos desconocidos, seguidos de reptiles y peces de agua dulce igualmente desconocidos, reemplazados a su vez por otros zoófitos y moluscos más estrechamente afines a los de nuestros días; estos animales terrestres, y estos moluscos, y otros animales de agua dulce, aún desconocidos, que después Vienen ha tomado el lugar, solo para ser ahuyentado de nuevo, pero por moluscos y otros animales similares a los de

nuestros mares; Las relaciones de estos diversos seres con las plantas cuyos derrubios acompañan a los suyos, las relaciones de estos dos reinos con los capas minerales que los ocultan, la mayor o menor uniformidad de uno y otro en las diferentes cuencas, es un orden de fenómenos que ahora me parece imperiosamente llamado la atención de los filósofos.

Interesante por la variedad de los productos de las revoluciones parciales o generales de esta época, y por la abundancia de las diversas especies que aparecen alternativamente en el escenario, este estudio es interesante. no tiene la aridez de la de los suelos primigenios, y no tira: como ella; casi necesariamente en los supuestos; Los hechos son tan apresurados, tan curiosos, tan obvios, que bastan, por decirlo así, para la imaginación más ardiente; y las conclusiones que traen de vez en cuando, cualquiera que sea la reserva que traigan de tiempo en tiempo, cualquiera que sea la reserva que el observador pueda poner en ellas, sin tener nada vago en ellas, tampoco son arbitrarias; Finalmente; Es en estos acontecimientos más cercanos a nosotros donde podemos esperar encontrar algún rastro de los acontecimientos anteriores y sus causas, si es que todavía es lícito, después de tantos intentos, lisonjarnos con tal esperanza.

Estas ideas me han perseguido, casi podría decir que me han atormentado, mientras he estado investigando los huesos fósiles, cuya colección he puesto últimamente a disposición del público, investigaciones que abarcan sólo una parte tan pequeña de estos fenómenos de la penúltima edad de la tierra, y que, sin embargo, están íntimamente relacionados con todos los demás. Era casi imposible que no surgiera de ella el deseo de estudiar la generalidad de estos fenómenos, al menos en un espacio limitado a nuestro alrededor.

Mi excelente amigo el señor Brongniart, a quien otros estudios dieron el mismo deseo, tuvo la amabilidad de asociarme con él, y fue así como pusimos los primeros cimientos de nuestro trabajo en los alrededores de París; Pero esta obra, aunque todavía lleva mi nombre, se ha convertido casi enteramente en la de mi amigo, por el infinito cuidado que ha prestado, desde la concepción de nuestro primer plan y desde nuestros viajes, hasta el examen minucioso de los objetos y la escritura del todo.

Lo he colocado, con el consentimiento del señor Brongniart, en la segunda parte de mis Investigaciones, en la que trato de los huesos de nuestra vecindad. Aunque aparentemente relativo a un país bastante limitado, da muchos resultados aplicables a toda la geología, y en este sentido puede considerarse como parte integrante de la presente, al mismo tiempo, es sin duda uno de los adornos más bellos de mi libro²⁵⁶.

Muestra la historia de los cambios más recientes que han tenido lugar en una cuenca particular, y nos lleva a la creta, cuya extensión en el globo es infinitamente mayor que la de los materiales de la cuenca de París. La creta, que se creía tan moderna, está tan alejada en los siglos de la penúltima edad; forma una especie de límite entre las parcelas más recientes; a los que podemos reservar el nombre de *suelos terciarios*, y los llamados *suelos secundarios*, que se depositaron antes de la caliza, pero después de los suelos primitivos y de transición.

256 Nota de la edición de 1830: (1) Hay ejemplares de separatas del libro *Dcscription géologique des environs de Paris*; \a\ MM. G. Cuvier et Al. Brongniart. Deuxième édition. Paris, 1822. In-4°-

Las recientes observaciones de varios geólogos que han seguido nuestros puntos de vista, tales como los señores Buckland, Webster, Constant-Preyost, y los del propio Sr. Brongniart; han probado que estos suelos, posteriores a la caliza, se han reproducido en muchas otras cuencas además de la de París, aunque con algunas variaciones; de modo que ha sido posible determinar un orden de sucesión, varias etapas de las cuales se extienden a casi todos los países que se han observado.

[APRENDER ALGO DE OTRO DILUVISTA INGLES

William Buckland (12 de marzo de 1784 en Axminster, Devonshire - 14 de agosto de 1856) fue un prominente naturalista, geólogo y paleontólogo inglés que escribió la primera descripción completa de un dinosaurio. SEQUEIROS, L. (2020) Razón y fe en la Geología del siglo XIX: *Vindiciae Geologiae* de William Buckland cumple 200 años. *Razón y Fe*, 2020, t. 282, n° 1446, pp. 93-103 SEQUEIROS, L. (2020) Razón y fe en la Geología del siglo XIX: en el segundo centenario de *Vindiciae Geologiae* (1820) de William Buckland *Razón y Fe*, 2020, t. 282, n° 1446, pp. 93-103, SEQUEIROS, L. (2020) Razón y fe en la Geología del siglo XIX: en el segundo centenario de *Vindiciae Geologiae* (1820) de William Buckland *Razón y Fe*, 2020, t. 282, n° 1446, pp. 93-103, SEQUEIROS, L. (2021) "Ciencia y filosofía en el debate geológico del siglo XIX: *Vindiciae* (1820) de W. Buckland <https://elbuho.revistasaaafi.es/numero-22>

Favorable al *creacionismo antiguo de la Tierra* y a la teoría del Diluvio Universal, fue convencido de la realidad de las glaciaciones de Louis Agassiz. En 1818 Buckland fue elegido miembro de la *Royal Society*. Ese mismo año fue persuadido por el príncipe regente para asumir una nueva cátedra, esta vez de Geología, dictando la lección inaugural el 15 de mayo de 1819. La lección fue publicada en 1820 con el título de *Vindiciae Geologiae, or the Connexion of Geology with Religion explained*; en que justificaba la nueva ciencia de la geología y la conciliación de las pruebas geológicas con los relatos bíblicos de la Creación y del Diluvio de Noé. En un momento en que otros se oponían ya que eran influidos por la teoría del uniformismo de James Hutton, Buckland desarrolló su hipótesis de que la palabra "principio" en el Génesis significa un tiempo indefinido entre el origen de la tierra y la creación de sus actuales habitantes, en el que se han producido una larga serie de extinciones y de sucesivas creaciones de nuevos tipos de plantas y animales. Así, su teoría catastrofista incorporaba el creacionismo desde antiguo de la Tierra. NOTA del traductor]

[SABER MÁS SOBRE BROGNIART

Cuvier trabajó con Brogniart y lo cita con frecuencia. Alexandre Brongniart (París, 10 de febrero de 1770-París, 7 de octubre de 1847) fue un químico, botánico, mineralogista, y zoólogo francés, que colaboró con Georges Cuvier. Era hijo del arquitecto Alexandre Théodore Brongniart y padre del botánico Adolphe Théodore Brongniart. Nacido en París, fue director de Manufacture nationale de Sèvres, de 1800 a 1847. Se interesa mucho en ciencias naturales, participando en la fundación en 1788, de la "Sociedad Filomática de París". Se tituló en ingeniería de minas en 1794, profesor de historia natural en la Escuela Central de Cuatro Naciones en 1796, y sucede, en la cátedra de mineralogía en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia en París, a René Just Haüy (1743-1822). Hizo extensos estudios de los trilobites y pionero en sus contribuciones a la estratigrafía desarrollando marcadores por fósiles para datar las capas. Brongniart fue fundador del "Museo Nacional de Cerámicas de Francia" ("Le musée national de Céramique"). En 1832 fue elegido presidente de la Sociedad geológica de Francia, elección que renovó en 1840. La bustamita o buchstamita es un mineral de la clase de los inosilicatos. Fue descubierto por primera vez en la Mina de Franklin, en el condado de Sussex de Nueva Jersey y fue descrita en 1826 por Alexandre Brongniart, que lo nombró en memoria del botánico y mineralogista mexicano Miguel Bustamante y Septiem (1790–1844)¹. Introdujo una nueva clasificación de reptiles y escribió varios tratados de mineralogía y de artes de las cerámicas. También hizo un estudio extenso de trilobites y desarrolló los marcadores fósiles para fechar las capas. Nota del traductor]

Resumen de las observaciones sobre la sucesión de terrenos

Las capas más superficiales, esos bancos de limo y arenas arcillosas mezclados con guijarros rodados de países lejanos, y llenos de huesos de animales terrestres, en su mayor parte desconocidos o por lo menos extranjeros, parecen haber cubierto todas las llanuras, llenado los fondos de todas las cavernas, obstruido todas las hendiduras de las rocas que han llegado a su alcance.

Descrito con particular cuidado por Mr. Buckland, bajo el nombre de diluvio, y muy diferentes de esas otras capas, igualmente sueltos, depositados constantemente por torrentes y ríos, que no contienen más que los huesos de los animales del país, y que Mr. Buckland designa con el nombre de aluvi6n, constituyen hoy, a los ojos de todos los ge6logos, la prueba más sensible de la inmensa inundaci6n que fue el 6ltimo de los desastres del globo²⁵⁷.

Entre este diluvio y la creta est6n los suelos alternativamente llenos de los productos del agua dulce y salada, que marcan las irrupciones y retrocesos del mar, a los cuales, desde la deposici6n de la creta, ha estado sujeta esta parte del globo; primero, margas y piedras de molino, o pedernales cavernosos, llenos de conchas de agua dulce similares a las de nuestros pantanos y estanques; debajo de ellos margas, areniscas, calizas, cuyas conchas son marinas, ostras, etc.

M6s profundamente en las tierras de agua dulce de un per6odo anterior, y espec6ficamente aquellos famosos yeseros de las cercan6as de Par6is, que tanta facilidad han dado para adornar los edificios de esa gran ciudad, y donde hemos descubierto toda clase de animales terrestres de los que no se hab6a visto rastro en ninguna otra parte.

Descansan en esos bancos no menos notables de la piedra caliza de que est6 construida nuestra capital, en cuyo tejido m6s o menos apretado la paciencia y la sagacidad de los se6ores Sres. Defrance, Deshayes y otros fervientes coleccionistas han recogido ya m6s de ochocientas especies de conchas, todas ellas transportadas por el mar, pero en su mayor parte desconocidas en los mares de hoy.

Tambi6n contienen, casi por lo general, solo huesos de peces, cet6ceos y otros mam6feros marinos. A lo sumo, en sus capas m6s cercanos al yeso, hay huesos similares a los de este 6ltimo suelo.

Debajo de esta piedra caliza marina todav6a hay un suelo de agua dulce, formado por arcilla, en el que se interponen grandes capas de lignito o carb6n de origen m6s reciente que el carb6n. Entre las conchas que son constantemente de agua dulce, tambi6n hay huesos; pero, sorprendentemente, huesos de reptiles y no de mam6feros.

Cocodrilos y tortugas lo llenan, y las especies perdidas de mam6feros que oculta el yeso no se ven all6; a6n no exist6an en el pa6is, cuando all6 se formaron estas arcillas y lignitos. Esta

257 Nota de la edici6n de 1830: (1) Vea la gran obra de M. le professeur Buckland, titulada *Reliquiae diluvianae*. Londres, 1823, pag. 185 y siguientes; y el art6culo de M. Brongniart, en el volumen 14 del *Dictionnaire des sciences naturelles*.

tierra de agua dulce, el más antiguo que hemos reconocido con certeza en nuestra vecindad, y que soporta toda la tierra que es sostenida y abrazada por todas partes por creta, una formación inmensa en su espesor y extensión, que se muestra en países muy distantes, como Pomerania y Polonia; pero que, en nuestra vecindad, reina con una especie de continuidad en Berri, en Champaña, en Picardía, en la Alta Normandía y en una parte de Inglaterra, y forma así un gran círculo o círculo.

Más bien, es una gran cuenca en la que está contenida la tierra de la que acabamos de hablar, pero cuyos bordes también están cubiertos en lugares donde estaban menos elevados.

De hecho, no fue sólo en nuestra llanura donde se depositaron este tipo de tierras. En otros países donde la superficie de la creta les proporcionaba cavidades similares, incluso en aquellos donde no había creta, y donde sólo los suelos más antiguos se ofrecían como soporte, las circunstancias a menudo conducían a yacimientos más o menos parecidos a los nuestros, y que contienen los mismos cuerpos organizados.

Nuestras parcelas de conchas de agua dulce de dos pisos se han visto en Inglaterra, España y hasta los confines de Polonia. Las conchas marinas, colocadas entre ellas, se encuentran a lo largo de los Apeninos. Algunos de los cuadrúpedos de nuestros yeseros, nuestro *paleotherium*, por ejemplo, también han dejado sus huesos en los suelos de yeso de los Vêlai, y en las canteras de piedras llamadas melaza del sur de Francia.

De ahí las revoluciones parciales que tuvieron lugar en nuestra vecindad, entre la época de la y la de la gran inundación, durante la cual el mar se precipitó sobre nuestros municipios o se retiró de ellos, también tuvo lugar en una multitud de otros países. Fue una serie de tormentas y variaciones para el globo, probablemente bastante rápidas, ya que los depósitos que dejaron en ninguna parte muestran signos de su existencia espesor o mucha resistencia.

La creta ha sido producto de un mar más tranquilo y menos accidentado, contiene sólo productos marinos, entre los cuales, sin embargo, hay algunos animales vertebrados muy notables, pero todos de la clase de reptiles y peces; tortugas grandes, lagartos enormes y similares.

Los suelos anteriores a la caliza, y en cuyas hondonadas está depositada, como los suelos de nuestra vecindad lo están en el suyo propio, forman una gran parte de Alemania e Inglaterra, y los esfuerzos que han hecho últimamente los eruditos de estos dos países, de acuerdo con los nuestros, e inspirados por los mismos datos, uniéndose a los que antes intentó la escuela de Werner, pronto no dejará nada que desear para su conocimiento.

Sr. de Humboldt y Sr. de Bonnard, por Francia y Alemania, Sr. Buckland, Conybeare, La Bèche para Inglaterra, han dado las tablas más completas e instructivas.

11. Síntesis de los fósiles estudiados

Enumeración de animales fósiles reconocidos por el autor

Hemos visto que los zoófitos, los moluscos y ciertos crustáceos comienzan a aparecer ya en las tierras de transición; tal vez incluso haya huesos y esqueletos de peces; Pero aún está muy

lejos de ser descubierto tan pronto como los restos de animales que viven en tierra firme y respiran el aire de la naturaleza.

Los grandes lechos de carbón y los troncos de palmeras y helechos, de los que conservan las huellas, aunque ya presuponen tierra seca y vegetación aérea, no muestran todavía los huesos de cuadrúpedos, ni siquiera de cuadrúpedos ovíparos.

Es sólo un poco más arriba, en el esquisto bituminoso de cobre, donde se ve el primer rastro de él; Y, lo que es muy notable, los primeros cuadrúpedos son reptiles de la familia de los lagartos, muy parecidos a los grandes varanos que ahora viven en la zona tórrida. Se han encontrado varios especímenes en las minas de Turingia, entre innumerables peces de un género ahora desconocido, pero que, por su relación con los géneros de nuestros días, parece haber vivido en agua dulce. Es bien sabido que los monilores también son animales de agua dulce.

Lo cierto es que ahora nos encontramos, por lo menos, en medio de una cuarta sucesión de animales terrestres, y que después de la edad de los reptiles, después de la del *paleotherium*, después de la de los mamuts, mastodontes y megaterios, ha llegado la edad en que la especie humana, ayudada por unos pocos animales domésticos, domina y fertiliza pacíficamente la tierra, y que sólo en los suelos formados desde entonces, en aluvi3n, en las turberas, en las concreciones recientes que se encuentran en forma f3sil, huesos que pertenecen todos a animales conocidos y que ahora viven.

Tales son los esqueletos humanos de Guadalupe, incrustados en un travertino con conchas terrestres de la isla y fragmentos de conchas y madréporas del mar circundante, los huesos de bueyes, ciervos, corzos, castores, comunes en los pantanos, y todos los huesos de hombres y animales domésticos enterrados en los dep3sitos de los r3os, en los cementerios y en los antiguos campos de batalla.

Ninguno de estos restos pertenece ni al gran dep3sito de la 3ltima catástrofe, ni a los de épocas anteriores.

FIN DEL DISCURSO
SOBRE LAS REVOLUCIONES DE LA SUPERFICIE DEL GLOBO
HEMOS EMITIDO LAS LÁMINAS

Bibliografía didáctica

Recomendamos a los lectores estos textos:

Antonio Ferreira, A., Luis Marques, Luis Roldao. "Concepciones de los alumnos de Enseñanza Secundaria sobre especiación y extinción. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, ISSN 1132-9157, Vol. 9, Nº. 2, 2001 (Ejemplar dedicado a: Los fósiles), págs. 173-182.

Lamolda Palacios M. A. "La revalidación de la paleontología por las investigaciones realizadas en el marco del Programa Internacional de Correlación Geológica (IUGS-UNESCO)". *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, ISSN 1132-9157, Vol. 9, Nº. 2, 2001 (Ejemplar dedicado a: Los fósiles), págs. 207-209

- Pedrinaci, Emilio. «La Historia de la Geología como herramienta didáctica». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1994, Vol. 2, Nº. 2, p. 332-339,
<https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88163>.<https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/88163?articlesBySameAuthorPage=3>
- Perejón, A., “Aproximación a la historia de la paleontología española”. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, ISSN 1132-9157, Vol. 9, Nº. 2, 2001 (Ejemplar dedicado a: Los fósiles), págs. 127-143.
- Sequeiros, L., “Paleontología, Catástrofes y Extinciones en masa”. *Razón y Fe.Madrid*, (1990) vol.221, número 1095, pp.54-62.
- Sequeiros, L., *La extinción de las especies biológicas. Construcción de un paradigma científico*. Discurso de Ingreso en la Academia de Ciencias de Zaragoza. Nov. 2002. *Monografías de la Academia de Ciencias de Zaragoza*. Noviembre de 2002, número 21, 85 páginas. También en www.unizar.es/acz/05Publicaciones/MonografiasPublicadas/Mongr21.pdf
- Sequeiros, L. y Martínez Urbano, María., "Representaciones mentales" de los alumnos de Primaria y Secundaria sobre la vida en el pasado. *Revista de Didáct.Cienc.Exp.y Soc.*, Universidad de Valencia, (1990) núm. 3, pp.43-53.
- Sequeiros, L. y Martínez Urbano, M., “Evolución y persistencia de las representaciones mentales: la creación del mundo y el origen del hombre”. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, (1992a) núm. 16, pp.39-47.
- Sequeiros, L. y Martínez Urbano, M., "Representaciones mentales" de los alumnos de primaria y secundaria de Úbeda sobre la Paleontología. En: *Paleontología y Sociedad*. Actas VI Jornadas de Paleontología, (1992b) Granada, 29-31 oct., pp.183-197.
- Sequeiros, L. y Martínez Urbano, M., “Que piensan los alumnos y alumnas de SAFA sobre la evolución biológica. Implicaciones para Educación Primaria y Secundaria”. *Aula de Encuentro*, Ubeda, (1998) número 2, 31-47.
- Sequeiros, L. “¿Qué puede aportar la Paleontología al profesorado de Ciencias de la Tierra?”. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, ISSN 1132-9157, Vol. 9, Nº. 2, 2001 (Ejemplar dedicado a: Los fósiles), págs. 100-109.
- Sequeiros, L. y Anguita, F. “Nuevos saberes y nuevos paradigmas en Geología. Historia de las nuevas propuestas en las ciencias de la Tierra en España entre 1978 y 2003”. *Llull*, Zaragoza, 2003, 55 (26), 279-307.
- Enrique Silván Pobes, Enrique y Gil, M. Dolores. “Algo acerca de “extinciones”. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, ISSN 1132-9157, Vol. 9, Nº. 2, 2001 (Ejemplar dedicado a: Los fósiles), págs. 151-153.

BIBLIOGRAFIA PARA saber más sobre CUVIER Y EL DISCOURS de 1825

- BABIN, C. (2005). En torno al catastrofismo. Desde mitos y leyendas hasta ciencias de la vida y de la tierra. Colección "Inflexiones". Vuibert-Adapt., 167 p.
- BUFFETAUT, E. (2000). Cuvier. El descubridor de mundos desaparecidos. Para la ciencia. Colección les génies de la science, nº 5, noviembre de 2000, 98 p. (2ª edición Belin Pour la Science en 2002 en otro formato, 160 p).
- BUFFON (1749). *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roi*. Tome premier, Imprimerie royale, Paris, 612 p.
- BURKHARDT, R. W. (1977). *The Spirit of System. Lamarck and Evolutionary Biology*. Harvard University Press, 295 p.
- CORSI, P. (2001). *Lamarck. Genèse et enjeux du transformisme 1770-1830*. CNRS Éditions, Paris, 434 p. Ouvrage traduit de l'italien par Diane MÉNARD. Édition originale en italien parue sous le titre *Oltre il mito, Lamarck e le scienze naturali del suo tempo*. Il Mulino, Bologna, 1983. Traduction en anglais parue sous le titre *The Age of Lamarck. Evolutionary Theories in France 1790-1830*. University of California Press, 1988.

- CUVIER, G. (1810). Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles depuis 1789, et sur leur état actuel, présenté à Sa Majesté l'Empereur et Roi, en son Conseil d'Etat, le 6 février 1808, par la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut, conformément à l'arrêté du Gouvernement du 13 ventôse an X. Imprimerie impériale, Paris, 298 p.
- CUVIER, G. (1812). Recherches sur les ossemens fossiles de quadrupèdes, où l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites. Tome premier, contenant le Discours préliminaire et la Géographie minéralogique des environs de Paris. Déterville, Paris, 278 p. (+ 23 p. d'additions).
- CUVIER, G. (1821). Discours sur la théorie de la Terre, servant d'introduction aux recherches sur les ossemens fossiles. Dufour et d'Ocagne, Paris et Amsterdam, clxvi p.
- CUVIER, G. (1825). Discours sur les révolutions de la surface du globe, et sur les changemens qu'elles ont produits dans le règne animal. Dufour et d'Ocagne, Paris, 400 p.**
- CUVIER, G. [1829 ?]. Analyse des travaux de l'Académie royale des sciences pendant l'année 1829, 137 p. In Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, tome XII, FirminDidot, Paris, 1833.
- CUVIER, G. (1830). Discours sur les révolutions de la surface du globe, et sur les changemens qu'elles ont produits dans le règne animal. Sixième édition française revue et augmentée. D'Ocagne, Paris et Dufour, Amsterdam, 408 p.
- CUVIER, G. (1841). Histoire des sciences naturelles, depuis leur origine jusqu'à nos jours, chez tous les peuples connus, complétée, rédigée, annotée et publiée par M. Magdeleine de Saint Agy. Tome premier, Fortin, Masson et Cie, Paris, 441 p. - 63 –
- CUVIER, G. et BRONGNIART, A. (1811). Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris, avec une carte géognostique et des coupes de terrains. Baudoin, Paris, 278 p.
- CUVIER, G. et BRONGNIART, A. (1822). Description géologique des environs de Paris, nouvelle édition dans laquelle on a inséré la description d'un grand nombre de lieux de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, etc., qui présentent des terrains analogues à ceux du bassin de Paris. Dufour et d'Ocagne, Paris, 428 p.
- CUVIER, G., HAÛY, R. J. et LELIÈVRE, C.-H. (1807). Rapport sur un ouvrage manuscrit de M. André, cidevant connu sous le nom de P. Chrysologue de Gy, lequel ouvrage est intitulé Théorie de la surface actuelle de la Terre. Mémoires de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national de France, premier semestre de 1807, Baudoin, Paris, p. 128-145. Le texte de ce rapport est également reproduit dans le Journal des Mines, 21, p. 413-430.
- DE LUC, J.-A. (1792). 23e Lettre à Delamétherie in Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les Arts et métiers, tome XL (janvier 1792), p. 450-467 ; 28e Lettre, ibid., tome XLI (juillet 1792), p. 414-431.
- DE LUC, J.-A. (1798). Lettres sur l'histoire physique de la Terre, adressées à M. le professeur Blumenbach, renfermant de nouvelles Preuves géologiques et historiques de la Mission divine de Moyse. Nyon, Paris, 406 p.
- ÉLIE de BEAUMONT, L. (1829-1830). Recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du globe, présentant différens exemples de coïncidence entre le redressement des couches de certains systèmes de montagnes, et les changemens soudains qui ont produit les lignes de démarcation qu'on observe entre certains étages consécutifs des terrains de sédiment. Annales des Sciences naturelles, XVIII, 1829, p. 5-25 et p. 284-468, et XIX, 1830, p. 5-99 et p. 177-240.
- ELLENBERGER, F. (1994). Histoire de la géologie. Tome 2, La grande éclosion et ses prémices 1660- 1810. Paris, Technique et Documentation (Lavoisier), 381 p.
- ELLENBERGER, F. et GOHAU, G. (1981). À l'aurore de la stratigraphie paléontologique : Jean-André De Luc, son influence sur Cuvier. Rev. Hist. Sci., XXXIV/3-4, p. 217-257.
- GONZÁLEZ FABRE, MIGUEL. *Aportación científica del ingeniero de minas D. Casiano de Prado y Vallo: (1797-1866): en su contexto histórico*. Tesis Doctoral, 2004), 703 pág. <http://oa.upm.es/416/1/06200417.pdf>
- GRANDCHAMP, P. (1994). Deux exposés des doctrines de Cuvier antérieurs au Discours préliminaire : les cours de Géologie professés au Collège de France en 1805 et 1808. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, (3), VII, p. 13-26.

- GRANDCHAMP, P. (2005). La place faite aux travaux de Dolomieu dans l'enseignement de la Géologie en France au début du XIXe siècle. In GAUDANT, J. (Coord.) : Dolomieu et la géologie de son temps, Presses de l'École des Mines de Paris, p. 139-150.
- LACORDAIRE, T. (1833). Mémoires du baron Georges Cuvier, publiés en anglais par Mistress Lee, et en français par M. Théodore Lacordaire, sur les documents fournis par sa famille. Fournier, Paris, 369 p. - 64 –
- LAMARCK, J.-B. (1802-1809). Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. Ann. Mus. Hist. Nat., 1-14 (40 parties).
- LAUNAY, L. de (1940). Une grande famille de savants : les Brongniart. Rapilly, Paris, 208 p.
- LAURENT, G. (1985a). Cuvier et le catastrophisme. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, (2), III, p. 27-40.
- LAURENT, G. (1985b). Postface de la réédition du texte du Discours sur les révolutions de la surface du globe. Christian Bourgois, Paris, p. 311-333.
- LAURENT, G. (1987). Paléontologie et évolution en France de 1800 à 1860. Une histoire des idées de Cuvier et Lamarck à Darwin. Comité des Travaux historiques et scientifiques, Paris, 553 p.
- PELLEGRIN, P. (1992). Présentation, notes et chronologie. In Réédition du texte Discours préliminaire. GF-Flammarion, Paris, p. 5-43 et p. 174-189.
- ROSTAND, J. (1945). Esquisse d'une Histoire de la Biologie. Gallimard, Paris, 255 p.
- RUDWICK, M. J. S. (1976). The Meaning of Fossils. Episodes in the History of Palaeontology. 2e édition, Neale Watson Academic Publications, Inc., New York, 287 p.
- RUDWICK, M. J. S. (1997a). Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes. New Translations & Interpretations of the Primary Texts. The University of Chicago Press, Chicago and London, 301 p.
- RUDWICK, M. J. S. (1997b). Smith, Cuvier et Brongniart, et la reconstitution de la géohistoire. In De la géologie à son histoire, Comité des Travaux historiques et scientifiques, Paris, p. 119-128.
- RUDWICK, M. J. S. (2005). Bursting the Limits of Time: the Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution. The University of Chicago Press, Chicago & London, 708 p.
- SEQUEIROS, L. (2024) Georges Cuvier y sus aportaciones a la Paleontología 1925. Bubok Ediciones, 74 páginas. <https://www.bubok.es/libros/277930/georges-cuvier-y-sus-aportaciones-a-la-paleontologia-1825>
- SMITH, J. C. (1993). Georges Cuvier. An annotated bibliography of his published works. Smithsonian Institution Press, Washington, 251 p.
- TAQUET, P. (2006). Georges Cuvier. Naissance d'un génie. Odile Jacob, 539 p.
- THOMAS, H. (1985). Préface de la réédition du texte du Discours sur les révolutions de la surface du Globe. Christian Bourgois, Paris, p. 7-28.

