



**CIENCIA Y FILOSOFÍA EN EL DEBATE SOBRE
LA GEOLOGÍA EN EL SIGLO XIX.
EN EL CENTENARIO DEL MANIFIESTO DE WILLIAM
BUCKLAND, VINDITIAE GEOLOGIAE (1820)**

LEANDRO SEQUEIROS

Presidente de la Asociación Interdisciplinar José de Acosta
(ASINJA)

Miembro de INHIGEO, Comisión de la UNESCO para la Historia
de la Geología

Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de
Zaragoza

Catedrático jubilado de Paleontología

RESUMEN:

Hace 200 años, en 1820, se publicó *Vinditiae Geologiae*, un breve manifiesto de historia de la ciencia de filosofía y teología de la naturaleza diluvista muy debatido en su tiempo y que espoleó la emergencia de la Geología moderna. Presentamos aquí algunos rasgos de un conflicto entre filosofía, ciencia y religión. En el año 1818 el pastor de la iglesia anglicana y geólogo, reverendo William Buckland (nacido el 12 de marzo de 1784 en Axminster, Devonshire – fallecido el 14 de agosto de 1856) fue elegido miembro de la Royal Society. Ese mismo año fue invitado a asumir una cátedra de nueva creación en la Universidad de Oxford, esta vez de Geología, dictando la lección



inaugural el 15 de mayo de 1819. El texto de esta lección fue publicado en 1820, hace dos siglos, con el título de *Vindiciæ Geologiæ, or the Connexion of Geology with Religion explained*. En este texto, Buckland justificaba el estatuto epistemológico de la nueva ciencia de la Geología y al mismo tiempo, defendía la conciliación de las pruebas geológicas con los relatos bíblicos de la Creación y del Diluvio de Noé. Su creacionismo científico fue contestado por otros geólogos laicos y provocó un debate científico, filosófico y teológico enriquecedor para el progreso de las Ciencias de la Tierra. Gracias a esto, durante el siglo XIX se constituye así el verdadero "paradigma" de la Geología moderna. Esta adquiere ya el estatuto de "ciencia formalizada" con la capacidad de tener un cuerpo de doctrina unificada asumida por la comunidad científica, una racionalidad propia, capacidad para elaborar sus propias hipótesis y mantener una metodología científica basada en unos principios similares a los que Galileo y Newton construyeron para la Física. James Hutton, al adoptar el principio del actualismo (*The present is the key of the past*) permite a Charles Lyell años más tarde elaborar y perfeccionar este principio metodológico haciéndolo operativo: es el uniformitarismo, regulador de un modo gradualista de entender los procesos de la Geología sin acudir a principios teológicos. Para los teóricos de la evolución, el modelo de Darwin se incluye dentro de lo que se suele denominar la "evolución contingente" con la extinción de las especies, para diferenciarla del modelo de la "evolución programada" iniciada por Lamarck y continuada por Chambers

PALABRAS CLAVE:

Buckland, Geología, Diluvismo, Filosofía de la Ciencia, Lyell, Hutton, Darwin, Ciencia.



**Science and Philosophy and Religion in the debate
about the Geology in the XIXth century: Centennial of
William Buckland´s *Vinditiae Geologiae* (1820)**

ABSTRACT:

200 years ago, in 1820, *Vinditiae Geologiae* was published, a short text of Philosophy and natural Theology diluivist on history of science which was much debated in his time and that spurred the emergence of modern Geology. Here are some features of a conflict between philosophy, science and religion. In 1818 the pastor of the Anglican Church and geologist, Reverend William Buckland (born 12 March 1784 in Axminster, Devonshire – died 14 August 1856) was elected a Member of the Royal Society. That same year he was invited to assume a newly created chair at Oxford University, this time in Geology, dictating the inaugural lesson on 15 May 1819. The text of this lesson was published in 1820, two centuries ago, under the title *de Vindiciæ Geologiæ, or the Connexion of Geology with Religion explained*. In this text, Buckland justified the epistemological status of the new science of Geology and at the same time defended the reconciliation of geological tests with the biblical accounts of the Creation and Flood of Noah. His scientific creationism was answered by other lay geologists and provoked an enriching scientific, philosophical and theological debate for the progress of Earth Sciences. Thanks to this, during the nineteenth century the true "paradigm" of modern geology was thus constituted. It already acquires the status of "formalized science" with the ability to have a unified body of doctrine



assumed by the scientific community, a rationality of its own, ability to develop its own hypotheses and maintain a scientific methodology based on principles similar to those Galileo and Newton built for Physics. James Hutton, by accepting the principle of the Actualism (The present is the key of the past) allows Charles Lyell years later to develop and perfect this methodological principle by making it operational: it is uniformity, a regulatory in a gradualist way of understand the processes of Geology without resorting to theological principles. For the theorists of evolution, Darwin's model is included within what is often referred to as "contingent evolution" with species extinction, to differentiate it from the model of the "programmed evolution" initiated by Lamarck and continued by Chambers.

KEY WORDS:

Buckland, Geology, Diluivism, Philosophy of Science, Lyell, Hutton, Darwin, Science.

“Y a-t-il eu un temps où le globe ait été entièrement inondé ?
Cela est physiquement impossible.” (“Inondation,” Voltaire,
1764)

“[A] Universal Deluge at no very remote period is proved on grounds so decisive and incontrovertible, that, has we never heard of such as event from Scripture . . . Geology itself must have called in the assistance of some such catastrophe, to explain the phenomena of diluvian action which are universally presented to us, and which are unintelligible without recourse



to a deluge exerting its ravages at a period not more ancient
than that announced in the Book of Genesis”

(Buckland, 1820)

0. INTRODUCCIÓN

En el año 1812, el reverendo William Buckland (nacido el 12 de marzo de 1784 en Axminster, Devonshire – y fallecido el 14 de agosto de 1856) fue nombrado Lector ("Profesor") de Mineralogía en la Universidad de Oxford. En ese momento, Oxford era un bastión ideológico de la Iglesia de Inglaterra y los académicos de Oxford tenían que estar ordenados como ministros en esa Iglesia. En 1818 el rectorado de la Universidad de Oxford solicitó con éxito que la Geología se estableciera también como una disciplina de estudio y propuso como Profesor a William Buckland. En el año 1819, para inaugurar su nuevo cargo como profesor de Mineralogía y Geología, Buckland impartió una conferencia magistral titulada *Vindiciæ geologicæ; or The connexion of geology with religion explained*, donde presentaba un manifiesto sobre el tema de "la conexión de la Geología con la religión", y añade que confirma con la ciencia los datos del Diluvio expuestos en los escritos mosaicos y refuerza la Teología Natural. Basado en textos de otros naturalistas, como Cuvier, de Newton o de Paley, refuerza que la obra de la naturaleza muestra la existencia y la potencia del Creador y que los datos de la Biblia concuerdan con los datos de los filósofos naturales.

Se puede considerar que este texto (que solo tiene 38 páginas), ha sido reconocido por los historiadores de las ciencias como un



manifiesto entusiasta del movimiento del diluvismo científico dentro de la más ortodoxa línea de la Teología natural . Consideramos que el discurso de Buckland se puede incluir dentro del género de los "manifiestos" programáticos más significativos de la historia del pensamiento diluvista y generó, como veremos, un debate que llegó a la construcción del paradigma de la geología moderna con Lyell y Darwin. El escrito finaliza con un resumen de las pruebas científicas del Diluvio universal bíblico según el pensamiento de la Teología natural diluvista de Buckland .

Aunque en el texto del manifiesto no se aportan datos científicos concretos (que su autor publicó años más tarde, en 1823), el profesor William Buckland, de 35 años, tuvo un cuidado muy especial en afirmar que la Geología, al igual que otras ciencias, era totalmente compatible con la religión. De particular relevancia para este asunto fue su afirmación de que había evidencias geológicas de los acontecimientos mencionados en la Biblia y que por tanto, la Revelación quedaba confirmada con los datos de las Ciencias de la Tierra.

Si bien el doctor William Buckland no rehuyó defender en sus clases y en sus escritos –ya desde *Vindiciae* de hace 200 años, como veremos - la creencia de que la Tierra como planeta había sido creado en una edad extremadamente antigua , que era la visión convencional entre los eruditos para entonces, enfatizó que:

"Por razones científicas decisivas e incontrovertibles se demuestra que en un tiempo no lejano hubo un Diluvio de carácter universal de cuyo acontecimiento hemos oído hablar en las Escrituras. . . La Geología misma tiene que acudir a una catástrofe de este tipo para explicar



los fenómenos de acción diluviana que se nos presentan universalmente, y que no son inteligibles sin recurrir a un Diluvio que hizo estragos en un período no más antiguo que lo anunciado en el Libro del Génesis”.

En ese momento, la mayoría de los geólogos estuvieron de acuerdo en que una ruptura global de tipo geológico importante con el pasado había tenido lugar en fecha relativamente reciente, y gran parte de los naturalistas (desde Cuvier a Buffon pasando por otros muchos) creía que esta gran catástrofe era de naturaleza acuosa; pero Buckland se quedaba prácticamente solo al datar esta catástrofe como de fecha tardía y al equipararla específicamente con el Diluvio Universal bíblico.

En un momento en que otros geólogos se oponían ya a las ideas diluvianas y estaban influidos por la teoría del actualismo adoptada por 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 una larga serie de extinciones y de sucesivas creaciones de nuevos tipos de plantas y animales se han producido. Así, su teoría catastrofista y diluviana incorporaba el creacionismo de todas las cosas en una fecha muy antigua de la historia de la Tierra.

El debate científico en Gran Bretaña en torno a las propuestas de William Buckland, -y especialmente sobre la extinción de los seres vivos como atestiguan sus fósiles-, como veremos, fue determinante en la emergencia de un nuevo “paradigma” (Kuhn, 1963) en las Ciencias de la Tierra, de tipo laico y actualista (Hutton), uniformitarista gradualista (Lyell) y evolutivo (Darwin) . El debate científico, como en otras ocasiones, propició el conflicto entre paradigmas (según



expresión de T. S. Kuhn, 1963) y la supervivencia del paradigma gradualista de la Geología.

1. LA GEOLOGÍA SE CONSTITUYE COMO PARADIGMA CIENTÍFICO

Durante el siglo XIX se constituye el verdadero "paradigma" de la Geología moderna. Esta adquiere ya el estatuto de "ciencia formalizada" con la capacidad de tener un cuerpo de doctrina unificada asumida por la comunidad científica, una racionalidad propia, capacidad para elaborar sus propias hipótesis y mantener una metodología científica basada en unos principios similares a los que Galileo y Newton construyeron para la Física.

El geólogo James Hutton (1726-1797), al aceptar el principio del actualismo (*the present is the key of the past*) permitió a Charles Lyell (1797-1875) años más tarde elaborar y perfeccionar este principio metodológico haciéndolo operativo: es el uniformitarismo, regulador de un modo gradualista de hacer geología. De este paradigma uniformitarista se trata en este artículo en relación a la interpretación Lyelliana de la extinción de las especies, ligadas al cambio periódico del clima de la Tierra.

El uniformitarismo de Lyell permitirá a su coetáneo el genial naturalista Charles Robert Darwin (1809-1882), elaborar y proponer una alternativa a la circularidad del estado estacionario del paradigma uniformitarista de Lyell: con Darwin se consolida una visión abierta del mundo, una visión "inacabada" del mundo que constituye lo que hemos dado en llamar el paradigma evolutivo .



Es uno de los casos más claros, en nuestra opinión, de la sustitución de un paradigma, tal como describe Kuhn:

"La anomalía solo resalta sobre el fondo proporcionado por el paradigma. Cuanto más preciso sea un paradigma y mayor sea su alcance, tanto más sensible será como indicador de la anomalía y, por consiguiente, de una ocasión para cambiar de paradigma".

2. LA RUPTURA CON EL CATASTROFISMO: LAS EXTINCCIONES EN EL PARADIGMA DEL UNIFORMITARISMO DE LYELL

Hay ocasiones en que un "cambio de paradigma" se hace en muy pocos años. Tal ha sucedido recientemente con la Tectónica de Placas, que en muy pocos años trastocó la visión fijista de la dinámica continental de la Tierra. Del mismo modo, la derrota de las ideas catastrofistas fue una batalla breve. En ella intervino de forma dominante un abogado metido a geólogo que no procedía del mundo eclesiástico sino del mundo civil: Charles Lyell .

Lyell había nacido en Kinnordy (Forfarshire, Escocia), el 14 de noviembre de 1797. Los rasgos más notables de su biografía son: estudió forzado por su padre la carrera de Leyes, pero trabajó siempre como geólogo. Realizó en su juventud numerosos viajes por Europa que le permitieron construir un nuevo paradigma geológico de tipo uniformitarista. Sus ideas científicas se contienen especialmente en los Principles of Geology (Principios de Geología) , obra paradigmática con que se abre la geología moderna. En 1835, Lyell fue nombrado



presidente de la Sociedad Geológica de Londres. Pero su progresismo científico tuvo un tope: pese a ser considerado el maestro de Charles Darwin, nunca aceptó las ideas evolucionistas, aunque al fin de sus días abrió un estrecho margen a tal posibilidad. Charles Lyell, colmado de honores científicos, falleció en 1875, mientras revisaba su obra para la publicación de la 120 edición *Principles of Geology*. Fue enterrado con todos los honores en la Abadía de Westminster.

Para entender las ideas de Buckland es necesario contrastarlas con las ideas que en esa época defendía Charles Lyell. ¿Qué aportaciones introduce Lyell en el paradigma de la ciencia? ¿Qué idea defiende Lyell sobre la extinción de las especies biológicas? ¿Qué conflictos mantuvo con Buckland y otros eclesiásticos? ¿Por qué su resistencia a aceptar las ideas evolutivas? ¿Dónde radica el conflicto con la religión?

2.1 El contexto intelectual: la vida universitaria, científica y teológica británica en los tiempos de Charles Lyell.

La sociedad victoriana culta y británica en la primera mitad del siglo XIX era una extraña mezcla de lo tradicional y lo moderno. Esta situación también se ve reflejada en las instituciones universitarias y científicas de la época. Hacia 1830 existían sólo dos universidades en Inglaterra y varias en Escocia. Pero para un auténtico inglés una formación universitaria sólo se adquiría en Oxford o en Cambridge, donde para ingresar había que ser varón y anglicano. Las Universidades de Oxford y Cambridge no tenían el carácter secular que tienen en la actualidad, sino que entonces eran baluartes de la poderosa iglesia anglicana. Cada



Universidad se dividía en Colegios ("Colleges") que se administraban por miembros adscritos a los mismos que tenían que ser solteros y clérigos anglicanos.

Aunque en los programas académicos para conseguir un título no se incluían disciplinas de "ciencias", ni aún con carácter opcional, Oxford y Cambridge contaban con diferentes cátedras de asignaturas correspondientes a áreas de ciencias de la naturaleza. En Cambridge, entre estas cátedras, estaban las de Geología, de Mineralogía y de Botánica. Dentro de esta comunidad científica deben destacarse unas cuantas figuras de gran influjo y personalidad que van a tener un papel importante en el debate con Charles Lyell sobre la nueva Geología y la Religión.

Así, el profesor encargado de la asignatura de Mineralogía en Cambridge era el reverendo William Whewell (1794-1866) . Aunque no fue un científico de talla, diversificó sus conocimientos de una manera increíble: mineralogía, cristalografía, política económica, astronomía, geología, química, historia y filosofía de las ciencias. Era Tory (el grupo conservador y partidario de la Iglesia de Inglaterra), como la mayoría de los eclesiásticos de su generación, y tan pronto como tuvo cierta autoridad encabezó la oposición universitaria a mediados del siglo XIX contra la "modernización" de las ideas. A Whewell se le deben los términos para describir a las dos escuelas geológicas en boga: los catastrofistas y los uniformistas.

Será necesario retener estos términos, porque Lyell se alinea como uniformista en un momento en que los catastrofistas eran la mayoría . Los catastrofistas, herederos de la tradición del naturalista Georges Cuvier, defendían la necesidad de



"revoluciones" periódicas en el planeta Tierra, para explicar la brusca desaparición de grupos de animales fósiles. Los uniformitaristas -más minoritarios y tachados de poco religiosos - defendían que los acontecimientos geológicos se habían desarrollado de una manera lenta, gradual y continua a lo largo de períodos muy largos de tiempo (lo que provocó no pocas controversias) .

2.2 El reverendo Adam Sedgwick tercia en el debate

En esta polémica terció también el reverendo Adam Sedgwick (1785-1873), titular de la cátedra "Woodward" de Geología de Cambridge. Perteneciente al partido Whig (opuestos a los Torys, entre los que había muchos disidentes de la Iglesia de Inglaterra), fervoroso y canónigo en Norwich, muestra un historial paralelo a Whewell en muchos aspectos. Sedgwick fue uno de los mayores expertos en geología aplicada del país, especializándose en el estudio de los fósiles de los estratos del Cámbrico (las rocas "primordiales" donde esperaba encontrar los vestigios fósiles de los primeros seres creados por Dios). Aunque tenía un genio vivo, no era rencoroso (salvo en un caso: el de la amarga polémica por razones geológicas que tuvo con el amigo de Charles Lyell, el paleontólogo Roderick Murchison , y con Charles Darwin, al que llamó "hijo de mono" en una carta). Estos hechos tal vez le predispusieron para enjuiciar negativamente los Principes of Geology de Charles Lyell.

3. EL REVERENDO WILLIAM BUCKLAND INTERVIENE EN EL DEBATE SOBRE LA GEOLOGÍA

El tercer eclesiástico que intervino en la polémica con Lyell fue el reverendo William Buckland. Según el testimonio de sus detractores, Buckland destacó sobre todo por sus dotes de actor en las muchas conferencias que impartía en los foros más



dispares. Tenía una gran facilidad para encandilar a los oyentes, entre los cuales se contaba el entonces joven estudiante Charles Lyell. Buckland fundamentaba sus creencias geológicas en el catastrofismo de George Cuvier para el que había habido "períodos alternos de tranquilidad y de grandes revoluciones geológicas". Buckland pensaba, como Cuvier, que una de estas catástrofes (la última acaecida en el tiempo) era el Diluvio Universal Bíblico, que dividía los animales en actuales y antediluvianos (es decir, anteriores al Diluvio Universal bíblico).

3.1 Las ideas geológicas de William Buckland

Las propuestas geológicas de Buckland se fundamentan casi todas en el estudio de fósiles extinguidos – según él- por efecto del Diluvio universal. Precisamente hace 200 años, en 1820 se descubrió una gruta en Yorkshire repleta de huesos de animales extinguidos (entre ellos un rinoceronte), que para Buckland representaban la confirmación contundente de su hipótesis del Diluvio. Se puede asegurar que hacia 1830 (cuando Lyell escribe su obra) gran parte de los geólogos británicos se inclinaban por las ideas diluvistas y catastrofistas de Buckland.

Buckland, cuando niño acompañó a su padre, el rector de la parroquia de Templeton and Trusham, en sus caminatas, durante las cuales hallaban y coleccionaban conchas fósiles, incluyendo algunos Ammonites del Jurásico que se contenían en los estratos visibles de las canteras de piedra ornamental. El joven William consiguió una beca en 1801 para estudiar Teología en el Corpus Christi College, de la Universidad de Oxford, al mismo tiempo que leía al profesor John Kidd en materias de Mineralogía y de Química e iba desarrollando su



interés por la Geología y por las investigaciones de campo de los estratos de rocas sedimentarias con fósiles, durante sus vacaciones.

Tras obtener su licenciatura en Teología en el año 1804 y ampliar estudios hasta 1808, Buckland pasó a ser miembro del Corpus Christi College, fue ordenado sacerdote anglicano y continuó realizando frecuentes excursiones geológicas a caballo por diversas partes de Inglaterra, Escocia, Irlanda y Gales. En 1813 sucedió al profesor John Kidd en sus cursos de Mineralogía, dando charlas animadas y populares cada vez con mayor énfasis en la Geología y en la Paleontología. Como encargado no oficial del Ashmolean Museum, colaborando en el enriquecimiento de las colecciones, por lo que hizo viajes por Europa y entró en contacto con muchos científicos, incluido Georges Cuvier.

3.2 La cueva de Kirkdale (1819), *Vindiciae geologiae* (1820) y *Reliquae Diluvianae* (1823)

Buckland es conocido en el mundo científico por sus estudios paleontológicos y especialmente por la metodología de excavación y de interpretación geológica que le permitieron fundamentar sus ideas creacionistas y diluvistas en relación con la Teología natural. La influencia de las ideas catastrofistas y diluvistas de Georges Cuvier es manifiesta en algunos de los textos del discurso. Aunque en 1820 William Buckland ya conocía los fósiles de la cueva de Kirkdale, un primer avance de sus conclusiones las expuso en su discurso del que se cumplen 200 años (*Vindiciæ geologicæ; or The connexion of geology with religion explained*).



Pero tres años más tarde describe e interpreta esos fósiles en su obra *Reliquiæ Diluvianæ, or, Observations on the Organic Remains attesting the Action of a Universal Deluge*, que se publicó en 1823 y se convirtió en un auténtico best-seller de la época. *Reliquiæ Diluvianæ* resumió su propia investigación y revisó la de varios otros geólogos. Su enfoque era doble: establecer "que ha habido una inundación reciente y general del mundo", y establecer la naturaleza de la fauna nativa en el momento de la debacle (pág. 47). A partir de sus investigaciones de los huesos fósiles en Kirkdale Cave, en Yorkshire, Buckland llegó a la conclusión de que la cueva había sido habitada por hienas en tiempos antediluvianos que habían transportado allí los restos de cadáveres de animales más grandes, en lugar de suponer – como otros contemporáneos – que eran los restos fósiles de animales que perecieron en el Diluvio y cuyos cadáveres se transportaron flotando desde los trópicos por la crecida de las aguas, como se pensaba entonces.

Para Buckland, los huesos de esta y otras cuevas similares en el norte de Europa contenían evidencia de vida antes "a la última gran convulsión que ha afectado a la superficie [del planeta]". Buckland equiparó esta "convulsión" con la "inundación reciente y transitoria" descrita por Georges Cuvier en sus investigaciones sobre el continente. Generalmente se trataba de especies que no se encontraban hoy en día en el norte de Europa (como hiena, tigre, elefante [mamut], rinoceronte e hipopótamo). "Así que la violencia de esa tremenda convulsión ha destruido y remodelado la forma de la superficie antediluviana, que es sólo en cavernas que han sido protegidas de sus estragos que podemos esperar encontrar evidencia inalterada de acontecimientos en el período inmediatamente anterior" (pág. 42).



La cueva de Kirkdale es una cueva prehistórica situada cerca Kirkbymoorside en el Valle de Pickering, North Yorkshire, Inglaterra. La cueva fue descubierta por los trabajadores de una cantera en 1821. Algunos de los fósiles fueron enviados a William Clift el conservador del museo del Real Colegio de Cirujanos que identificó algunos de los huesos como los restos de hienas más grandes que cualquiera de las especies modernas. También llevaron los restos al museo de curiosidades Ashmolean Museum, donde colaboraba Buckland. Este quedó asombrado pues encontró que los huesos fosilizados correspondían a una variedad de mamíferos que no se encuentra actualmente en Gran Bretaña. Había restos de huesos de hipopótamos, elefantes y restos de numerosos hienas.

William Buckland analizó la cueva y su contenido en diciembre de 1821 (después de la publicación de *Vindiciae*, que es un manifiesto del programa de investigación catastrofista-diluvista). El estudio de los cientos de huesos encontrados le llevó primero a la conclusión de que esos fósiles eran los restos de cadáveres de animales habrían llegado flotando tras el Diluvio universal bíblico. Pero más tarde, gracias a un estudio más completo, determinó que los huesos eran restos de animales que habían llegado a la cueva como carroña arrastrada por las hienas.

A esta conclusión llegó al estudiar la cueva y demostrar que la entrada a la misma era muy pequeña y que pos tantos elefantes e hipopótamos no habían podido caer dentro enteros. Concluyó, lo cual supuso un avance científico, que hipopótamos y elefantes habían vivido en Inglaterra antes del Diluvio universal bíblico y que luego se habían "extinguido".



Lo que sí se puede decir a favor de Buckland es que su reconstrucción de un antiguo ecosistema a partir del análisis detallado de la evidencia fósil fue admirada en el momento, y se considera que es un ejemplo de cómo la investigación geohistórica debe hacerse.

3.3 Los años de madurez de Buckland

El reverendo William Buckland siguió viviendo en el Corpus Christi College, y en 1824 se convirtió en presidente de la Geological Society of London. Aquí anunció el descubrimiento, en Stonesfield, de los huesos fósiles de un reptil gigante que él llamó Megalosaurus (gran lagarto) y escribió la primera relación completa de lo que luego sería llamado un dinosaurio. En 1825 Buckland también renunció a su beca de la Universidad para ocuparse de su faceta como clérigo en una parroquia en Hampshire, pero antes de que pudiera asumir el nombramiento se le concedió una canonjía en otra parroquia, una jugosa recompensa como distinción académica sin grandes responsabilidades administrativas.

En diciembre de ese año 1825 se casó con Mary Morland de Abingdon-on-Thames, en Oxfordshire, una consumada ilustradora y coleccionista de fósiles. Su luna de miel fue un año de gira por Europa, con visitas a los principales geólogos y a los yacimientos geológicos. Su esposa colaboró en su trabajo, a la vez que le dio nueve hijos, cinco de los cuales sobrevivieron para llegar a la edad adulta. Su hijo Frank Buckland se convirtió en un famoso naturalista por derecho propio. En una ocasión, Mary le ayudó a descifrar las huellas que se encontraban en una losa de piedra arenisca, cubriendo la mesa de la cocina con



pasta mientras que depositaba sobre la masa a su mascota, una tortuga, lo que confirmó su intuición de que las huellas fósiles que estudiaba eran marcas dejadas por tortugas.

Su pasión por la observación y el experimento científico se extendió a su vida hogareña. No sólo llenó su casa de especímenes (minerales o animales, vivos y muertos). Augustus Hare, un famoso escritor coetáneo, recordaba que "Habló de extrañas reliquias que lo condujeron a mencionar el corazón de un rey francés conservado en Nuneham en un ataúd de plata. El doctor Buckland, al tiempo que buscó en ella, exclamó, "he comido muchas cosas extrañas, pero nunca había comido el corazón de un rey hasta ahora", y, antes de que nadie pudiera obstaculizarlo, lo devoró, y la preciada reliquia se perdió para siempre." El corazón en cuestión se dice que había sido el de Luis XIV.

Fue ayudado y alentado por el ya famoso paleontólogo Roderick Murchison – ya citado antes- durante varios años, y en 1831 pudo sugerir un muy buen punto de partida en el sur del País de Gales para las investigaciones de Murchison en las rocas que más tarde se describe con gran detalle en su 'Sistema Silúrico'.

En 1832, Buckland presidió la segunda reunión de la British Association, que se celebró en Oxford. Se encargó de contribuir con la edición de un volumen – de un total de la serie de ocho tomos - del Bridgewater Treatise, On the Power, Wisdom and Goodness of God, as manifested in the Creation. Ello le supuso casi cinco años de trabajo y fue publicado en 1836 con el título de Geology and Mineralogy considered with reference to Natural Theology. Su obra es un detallado compendio de sus teorías;



como respuesta a las mismas Charles Babbage elaboró su Ninth Bridgewater Treatise.

En ese momento Buckland era una destacada e influyente celebridad científica y un amigo del primer ministro del partido Tory, sir Robert Peel. En cooperación con Adam Sedgwick y Charles Lyell preparó el informe para el establecimiento del Servicio Geológico de Gran Bretaña.

En 1840 Buckland se había convertido en presidente de la Geological Society, y en 1847 fue nombrado administrador del Museo Británico, y en 1848 se le concedió la Medalla Wollaston, de la Sociedad Geológica de Londres. Hacia finales de 1849 contrajo una debilitante enfermedad de tuberculosis que le causaría la muerte en 1856.

4. LAS PROPUESTAS CIENTÍFICAS DE LA NUEVA GEOLOGÍA DE CHARLES LYELL.

¿Cómo se sitúa Lyell dentro de este ambiente universitario y científico de Oxford en el que dominaba la geología bíblica? A Charles Lyell se le suele considerar, junto con James Hutton, y posteriormente con Charles Robert Darwin como el padre de la moderna Geología .

La aportación más importante del abogado Lyell a las Ciencias de la Tierra, a juicio de sus historiadores, es la propuesta, seguida hoy por los geólogos, según la cual todos los hechos geológicos que se desarrollan en la superficie de la Tierra se explican sin acudir a intervenciones divinas. Se original de forma natural, debido a procesos físicos, químicos y biológicos que actúan de forma lenta, gradual y continua a lo largo de los



tiempos geológicos. Este concepto fue denominado por Lyell como "uniformitarianism" (siendo la traducción española más aceptada la de "uniformitarismo"). Con este principio, Lyell puso las bases para el desarrollo de las ideas evolucionistas de Darwin, aunque él mismo nunca las aceptó del todo .

¿Cómo un abogado como Charles Lyell construyó a lo largo de los años una nueva manera de ver e interpretar la naturaleza geológica del planeta, y que cristalizó en los Principles of Geology (1830-1833)? Será necesario hacer un seguimiento del proceso personal de Lyell.

Lyell aprovechó las vacaciones escolares de sus tiempos de estudiante para viajar y hacer observaciones geológicas bajo un prisma catastrofista. Algunas notas redactadas en 1817 (cuando contaba 20 años) sobre el origen de la región de Yarmouth parecen ser sus primeras investigaciones. En diciembre de 1819 consigue su título de Bachiller en Artes (B.A.) con honores y viaja a Londres para estudiar la carrera de Derecho según indicación paterna.

Los ojos de Lyell se debilitaron con el duro estudio de las Leyes y dedica mucho más tiempo al trabajo geológico en el campo, más relajante para él. Entre estas excursiones geológicas destaca la visita a los acantilados de la costa de Sussex (sur de Inglaterra) en 1822. En su estancia en Londres, Lyell participó intensamente en la vida cultural de su época, asistiendo a las tertulias de Sir Walter Scott y tomando parte activa en algunas sociedades científicas. En esta época, sus convicciones catastrofistas empiezan a enfriarse. Poco a poco, en su mente aflora una nueva forma de entender los procesos geológicos. Fiel a sí mismo, trabaja duro para persuadirse por sí mismo de



la evidencia de lentos movimientos verticales de la corteza de la Tierra como explicación más sencilla para la formación de los acantilados. Este problema le abrirá los ojos a un modo diferente de interpretar las rocas y sus procesos. El uso del actualismo de Hutton se irá ampliando hacia una visión más honda del ritmo de los procesos geológicos.

En 1823, movido por estas inquietudes, inicia su aventura europea. Desea contrastar con otros geólogos expertos este nuevo modo de interpretar la formación de las rocas. Durante una visita a París, en 1823, tiene la oportunidad de contactar con los notables naturalistas Alexander von Humboldt y Georges Cuvier y examina la Cuenca de París con el geólogo francés Louis-Constant Prévost. Convencido de las hipótesis gradualistas frente a las catastrofistas, estudia en 1824 los sedimentos formados en un lago de agua dulce en su tierra, Kinnordy.

Obligado por su padre a terminar sus estudios de Derecho, Lyell fue admitido como abogado en el Tribunal en 1825, pero con el soporte económico de su padre practicó más la geología que a las leyes, publicando sus primeros trabajos científicos ese mismo año. Su mente elaboró nuevos principios de razonamiento geológico y llegó a concebir la idea de escribir un libro en el que buscaría explicaciones naturales (como opuestas a sobrenaturales) para todos los fenómenos geológicos. Su principio básico es este: los procesos naturales ordinarios de hoy día no difieren ni en tipo ni en magnitud de los que actuaron en el pasado, y que por ello la Tierra debe ser muy antigua porque hay evidencias de procesos actuales que son extraordinariamente lentos.



4.1 Los viajes por Europa de Charles Lyell con Roderick Murchison.

La pasión por la Geología y la suerte de tener un padre tolerante y rico, le llevan de nuevo al continente europeo. Deseaba confirmar aún más con ejemplos tomados del continente europeo sus ideas gradualistas y actualistas. Acompañado por el entonces joven y ambicioso geólogo Roderick Murchison, compañero en la Sociedad Geológica de Londres, Lyell exploró áreas extensas en Francia e Italia donde encontró pruebas que confirmaban sus hipótesis de trabajo. Desde el norte de Italia viajó hasta Sicilia. En la región cercana al Etna encontró evidencias de la acción lenta y continuada de procesos naturales para explicar el relieve de la Tierra y su gran antigüedad .

Los resultados de este viaje, que tuvo lugar entre mayo de 1828 y febrero de 1829, colmaron las expectativas de Lyell. Al regresar a Londres, se pone inmediatamente a la tarea de la redacción de su libro, los Principles of Geology. El primer volumen fue publicado en julio de 1830. Su método científico resultaba aún novedoso en su tiempo y algunos lo tacharon de herético. En esta época, Charles Robert Darwin (1809-1882; una docena de años más joven que él) iniciaba su viaje alrededor del mundo y llevaba consigo el primer tomo a partir del cual comenzó a ver la realidad de otra manera .

El segundo tomo de los Principles fue publicando en 1831 y el tercero en 1833. En julio de 1832 se casa con Mary Horner en Bonn, y tienen una larga luna de miel y excursión geológica por Suiza e Italia. Ella acompañó siempre a Lyell en sus actividades de campo durante 40 años. Durante los últimos ocho años, los



Lyell llevaron una vida más tranquila. Los inviernos los dedicaban al estudio, actividades sociales de tipo científico y revisión de las sucesivas ediciones de los *Principles of Geology*, en las que Lyell añadió datos de sus viajes a Escandinavia (1834 y 1837) y de otros países visitados.

La publicación de los *Principles* le trajo la fama y la amistad de otros científicos, como Charles Darwin y el astrónomo John Herschel. En 1838, Charles Lyell publica los *Elements of Geology* donde describe las rocas y fósiles de Europa desde los más recientes hasta los más antiguos .

En 1841, Lyell aceptó la invitación para impartir conferencias y trabajar en geología en Norteamérica, volviendo otra vez durante cinco meses entre 1845-1846 y para dos cortas visitas por los años 50. Durante estos viajes, los Lyell visitaron muchas regiones de Estados Unidos y el este de Canadá, contemplando casi todos los grandes monumentos geológicos naturales incluyendo las cataratas del Niágara. Lyell escribió un par de libros entusiastas en 1845 y 1849 sobre las dos visitas al Nuevo Mundo. En esta época de gloria, Lyell contactó con otros científicos (como Faraday) y fue comisionado para la Gran Exposición de 1851-1852, ayudando al mismo tiempo a la reforma de los estudios en Oxford.

4.2 La geología bíblica y el uniformitarismo de Lyell

Tal como lo muestra la estructuración de los volúmenes de los *Principles of Geology*, Lyell tenía gran habilidad para presentar sus ideas. La formación de abogado no había sido inútil. El texto



siguiente, tomado de una carta a uno de sus defensores, es bien explícita:

"Si conseguimos no irritarles, aunque temo que no será así..., todos acabarán de nuestro lado. Si no te presentas como vencedor sino que elogias la liberalidad y la sinceridad de la época actual, los obispos y los santos ilustrados estarán de nuestra parte al despreciar los fisiogeólogos antiguos y modernos" .

Pero la discusión se atascó pronto en uno de los temas básicos: los Principales desechaban la teoría del Diluvio. El debate fue lento y escapa a los límites de este artículo. La controversia entre catastrofistas y uniformitaristas como Lyell, que animó las reuniones de la Geological Society durante los años 1830, se mantuvo siempre muy correcta. De hecho, existió un gran respeto mutuo, e incluso amistad, entre los más destacados participantes y Lyell era muy elogiado por todos, tanto por su honradez como por sus conocimientos. Con el tiempo, algunos de ellos fueron abandonando sus anteriores ideas sobre la existencia de pruebas del Diluvio bíblico.

Lyell había asistido a las conferencias de Buckland en Oxford. Por eso conocía bien sus argumentos. Lyell no era antirreligioso, pero rechazaba los intentos de Buckland por utilizar sesgadamente la geología al servicio de una ideología previa. El siguiente texto de Buckland, tomado de la lección inaugural como profesor de Geología, trata de demostrar -contra Lyell- que los hechos geológicos concuerdan con los relatos bíblicos: "En todos ellos (los fenómenos geológicos y paleontológicos) encontramos tantas pruebas innegables de una maravillosa y equilibrada adaptación de los medios a los fines, de una sabia



previsión e intención bondadosa y poder infinito, que debe de estar ciego quien se niegue a reconocer en ellas las pruebas de los atributos más excelsos del Creador" .

Con el tiempo, y el debate más sosegado, Buckland dejó de lado al Diluvio como agente geológico en sus últimos libros de teología natural. Tal vez, los argumentos de Lyell lograron que Buckland reconsiderara algunas de sus tesis iniciales.

También Adam Sedwick discrepaba de Lyell en diversos puntos, pero con el tiempo se hizo más comprensivo hasta aceptar casi por completo las ideas de los Principales. En su discurso como presidente de la Geological Society, Sedgwick fue absolutamente claro en su cambio de pensamiento:

Puesto que yo mismo creí y propagué con todas mis fuerzas lo que considero ahora como una herejía filosófica..., creo justo, como uno de mis últimos actos, antes de abandonar esta presidencia, proclamar públicamente mi retractación. Realmente deberíamos haber reflexionado un poco, antes de adoptar la teoría diluvial, y considerar que toda la antigua grava de la superficie de la Tierra se debió a la inundación del Diluvio bíblico, ya que ni del hombre, ni de objetos hechos por sus manos, hemos encontrado ninguna huella en los restos de un mundo más antiguo enterrados en los sedimentos .

Otro de los detractores de las ideas de Lyell fue William Whewell. Este alaba a Lyell su labor de haber creado una geología dinámica que trataba las causas de los cambios geológicos. Pero sus críticas se dirigieron al concepto de actualismo. Escribe:



"Teniendo en cuenta las limitaciones de nuestro conocimiento en el tiempo, en el espacio y en su naturaleza, sería admirable si hubiéramos adivinado todas las leyes naturales y causas que, desde el punto de vista más general, rigen la historia natural del globo terráqueo, sería extraño que no desconociéramos algunos de los principios más importantes que han regido el mundo desde los comienzos" .

Los pasajes citados podrían darnos la falsa impresión de que hubo un ataque organizado contra Lyell. No hubo tal, porque los Principles of Geology fueron recibidos en general con entusiasmo y pronto tuvieron una gran fuerza como compendio geológico. Se puede decir, que los argumentos de Lyell destronaron el viejo catastrofismo diluvista en los ambientes universitarios e intelectuales, quedando sus residuos en algunos libros apologeticos como el citado al inicio de este trabajo.

4.3 Lyell, en contra de la visión direccional y progresionista de la vida

La experiencia acumulada en los viajes de Chales Lyell mostraba que el viejo catastrofismo diluvista no tenía una base científica sólida. La idea de la evolución del clima es una herramienta metodológica muy importante para la interpretación del mundo en Lyell. Este mantuvo de Hutton la idea de una Tierra sin dirección ni tiempo, en perfecto estado de equilibrio continuo (steady-state) regida por unas leyes



determinísticas inflexibles. Solo se permiten breves oscilaciones del clima. No aceptaba las ideas imperantes de un enfriamiento gradual de la Tierra debido al agotamiento del calor central. No hay, pues, para Lyell direccionalidad en el clima.

Pero Lyell era colega y amigo del filósofo John Herschel. En su Discurso preliminar sobre el Estudio de la Filosofía de la Naturaleza (1831) parte de la regularidad de los procesos naturales que remiten a la existencia de unas leyes de la naturaleza que no pueden ser transgredidas. En una clara línea newtoniana, concluía que la labor del "científico" era describir y explicar esas leyes naturales buscando las "verdaderas causas" (la racionalidad inscrita en los procesos naturales). Lyell sigue fielmente en los Principia los argumentos de Herschel.

Lyell, por otra parte, aceptaba la idea de Linneo de que las especies tienen existencia real y que son unidades estables con una variabilidad muy limitada y bien adaptada a un lugar propio en la naturaleza. Existía, por tanto, lo que Linneo llamaba la "economía de la naturaleza" (el orden natural, siempre hay una cantidad suficiente de especies). Es más: parece que Lyell defendía que el volumen total y la diversidad de los seres vivos se había mantenido constante a lo largo del tiempo geológico. Pero cuando el entorno geológico cambia lentamente, algunas de las especies pueden llegar a desaparecer de ese lugar. En consecuencia, la desaparición gradual aparente de las especies debería ser "parte del curso constante y regular de la naturaleza". Es decir, era consciente del hecho de lo que hoy se denomina la extinción de fondo.

Como parte de su ataque a las revoluciones repentinas en geología, Lyell también cuestionó la visión direccional de la historia de la vida. Esta direccionalidad no tenía base científica



y era más una ilusión que una realidad. La aparente progresión desde los reptiles a los mamíferos se debía a accidentes de preservación del registro fósil. Lyell consideró que los procesos geológicos se atenían al principio del equilibrio continuo, como había predicho antes James Hutton. Pero ¿cómo explicar el hecho innegable de la extinción de las especies?. Esta importante cuestión forma parte del segundo tomo de los Principios.

Después de este hecho, las formas extintas tienen que ser reemplazadas por especies nuevas que estén adaptadas al nuevo entorno y que se mantenían vivas en otro lugar de la Tierra. Pero ¿de dónde salen las especies que reemplazan? ¿Reaparecen desde lugares recónditos del planeta donde habían permanecido? ¿Son una transformación de las anteriores? ¿Habría que aceptar una nueva "creación", bien religiosa o natural?

Lyell no aceptó las ideas de Cuvier sobre las "creaciones sucesivas". Pero también se resistió siempre aceptar la idea de que el origen de esas especies que sustituyen a las antiguas se debiera a la transformación de las anteriores. Para él, la vida pasado era similar a la anterior. Cuando las condiciones ambientales son negativas, hay una regresión local que dejará poco registro fósil. Con el cambio climático siguiente, reaparecen en el registro fósil al reproducirse o migrando desde donde estaban preservadas. En este contexto, tiene sentido la cruel caricatura que presenta al profesor Ictiosaurio, "resucitado" el futuro tras un cambio climático neojurásico, y que imparte sus clases apoyado su libro en el cráneo de un humano extinguido.



4.4 La posible apertura de Lyell hacia los "cambios biológicos irreversibles"

Un aspecto debatido entre los historiadores de las Ciencias de la Tierra es este: ¿hubo una evolución de la mente de Lyell, de modo que a final de su vida se abriese a la posibilidad de armonizar la uniformidad de las leyes y procesos naturales (es decir, el estado estacionario) con el cambio biológico irreversible? ¿Pudo superar el rígido esquema determinista de Newton y abrirse – gracias al estudio de las causas y consecuencias de las extinciones de fauna – a cierta aceptación de cambios biológicos, que incluso eran cambios irreversibles? Lyell fue un fervoroso gradualista al interpretar los datos de los cambios geológicos del planeta. Y aceptaba el hecho de la extinción como un fenómeno más bien marginal y anecdótico. Su mente, al igual que su vida, eran profundamente conservadoras.

Ya en los *Elements of Geology*, escrito por Lyell en 1838 leemos:

"Parece ser que, desde los tiempos más remotos, han estado apareciendo formas orgánicas nuevas sobre la tierra, extinguiéndose otras de las que ya existían; ciertas especies han subsistido durante un período más largo y otras han desaparecido más pronto; y ninguna después de extinguida ha vuelto a ser reproducida. La ley que ha regido en la creación y en la extinción de las especies parece estar expresada en el siguiente verso de



Ariosto: "La naturaleza lo hizo y después rompió el molde".

Este texto, en mi opinión, avanza mucho respecto a los Principes, por cuanto reconoce el hecho de la extinción planetaria en el sentido moderno de la expresión. De todas formas, solo reconoce que hay especies que se extinguen para siempre, pero no habla de mecanismos de sustitución. Pero desde 1872, con la publicación de la undécima edición de los Principes, al final de su vida, se abre a la posibilidad de compaginar el estado estacionario con la aparición de algunas formas nuevas sin que ello suponga violar las leyes de la naturaleza .

El estudio de las rocas de la época Terciaria, llevó a Lyell a mostrar en el tomo tercero de los Principes la insuficiencia de las ideas catastrofistas de Cuvier. El estudio cuantitativo de los moluscos marinos de las mismas, mostró a Lyell que la antigüedad de las rocas está en función de la proporción entre especies extinguidas y especies aún vivas. Al final de este volumen, Lyell concluye que sus teorías geológicas sobre el Terciario podrían extenderse también a otros períodos geológicos cuando los datos del registro fósil fueran más abundantes.

4.5 Lyell y las extinciones orgánicas

Lyell fue un geólogo minucioso y honesto en sus observaciones y en sus conclusiones. Observó en sus viajes y en sus trabajos en la cuenca de París que las especies fósiles desaparecían de las capas sedimentarias sin dejar descendientes. Es más: observó que el porcentaje de especies sin representantes actuales con respecto al conjunto de la fauna fósil era mayor



cuanto más antiguos eran los materiales que los contenían. Para Lyell, este hecho significó la posibilidad de poder disponer de un "cronómetro" geológico para medir la antigüedad de las formaciones. Cuanto más diferían las especies de las actuales, más antiguos eran los sedimentos.

Pero Lyell nunca aceptó la posibilidad de catástrofes o revoluciones al estilo de Cuvier. Para Lyell habían existido extinciones (al menos locales) pero estas se producían lentamente a lo largo de períodos de tiempo que se suponían extensos. Eran los cambios climáticos los responsables de estas extinciones locales que obligarían a las especies a migrar buscando espacios más favorables para sobrevivir.

Es más: el hecho de encontrar en los mismos estratos, mezclados, huesos de animales que se suponían extinguidos por el Diluvio, junto con especies que tenían representantes actuales, significaba un golpe de gracia a las hipótesis catastrofistas. Si el supuesto Diluvio había aniquilado algunas especies, ¿por qué no había aniquilado a las demás?

No se tienen datos concretos al respecto. Pero parece que Lyell nunca aceptó la extinción total de una especie. Pensaba, que cuando en el lento cambio del clima volviese el clima anterior, las antiguas especies saldrían de sus refugios para volver a colonizar el antiguo espacio.

Pero el eslabón más débil de la cadena epistemológica de Lyell es el sentido filosófico y científico del principio del equilibrio continuo aplicado a los procesos geológicos. En esto perdió el apoyo de amigos como el geólogo y magistrado George Julius Scrope (1797-1876), que pensaba que Lyell había ido demasiado lejos. Scrope reconocía que la continuidad de las leyes naturales no se rompe por el hecho de aceptar que la



Tierra "ha pasado a través de numerosos estados progresivos de existencia". Lyell siempre negó esta posibilidad.

Esta situación provocó grandes polémicas en la Inglaterra de los años 1840, y propició muchas investigaciones sobre el terreno para ahondar en el conocimiento hacia el pasado de la vida. Las deseos de llegar a conocer lo que llamaba la "fauna primordial", parecía ser el argumento que podría zanjar el problema. Si hay una fauna primordial, origen de toda la demás, ello mostraría la progresividad de la vida a lo largo del tiempo geológico. En los inicios de la década de 1840, los hallazgos fósiles habían permitido establecer una secuencia estratigráfica bastante detallada.

En esta época, tanto el suizo Louis Agassiz como el polémico Robert Chambers, entre otros, ofrecían una visión "teológica" del registro geológico según la cual, la sucesión en la aparición de seres vivos, revelaba la existencia de un Plan Divino que conducía a la aparición del hombre. Chambers iba un poco más adelante: hablaba de que en el Plan Divino estaba el proceso de reproducción modificada por la que unas especies daban lugar a otras más perfectas. Existía un evidente "progreso" en el curso de la vida sobre la Tierra. El mismo título del polémico libro de Chambers es todo un programa de investigación: "Vestigios de la Historia Natural de la Creación". La Naturaleza y la Creación divina se enlazaban en un solo plan.

Los trabajos del paleontólogo y anatomista comparado doctor Richard Owen (1804-1892) – que colaboró en el estudio de los seres vivos disecados y de los fósiles recogidos por Darwin en su viaje alrededor del mundo - entre 1850 y 1860 apuntaban al progreso gradual dentro de cada grupo o arquetipo biológico:



las formas más generalizadas o formas arquetipo eran gradualmente reemplazadas por diversas líneas de desarrollo que mostraban una especialización creciente.

En Alemania, el zoólogo y anatomista Heinrich Bronn presentó en 1858 conclusiones similares. Con meticulosidad germánica, construyó complejas tablas de datos que resumían la manera en que los fósiles se distribuyen en las diversas formaciones rocosas. A partir de estos datos fue capaz de mostrar que la extinción de las antiguas especies biológicas y la sustitución por otras nuevas era un mecanismo que había ocurrido continuamente desde el principio. Para Bronn, no ha existido ninguna ocasión en la que todas las especies se hayan extinguido y hayan sido reemplazadas por un conjunto totalmente nuevo. El mundo vivo ha alcanzado gradualmente su condición actual a través de dos tendencias diferentes: por un lado, por el avance gradual en organización, de manera que las especies más modernas son más complejas que las primitivas, y por otro lado, por la adaptación de las especies a sus respectivos ambientes.

Si se consideran simultáneamente ambas tendencias, la historia de la vida se asemeja a un árbol en el que continuamente se abrieran nuevas ramas según se asciende y se paraliza o aborta el crecimiento de otras. Bronn hablaba de la "fuerza creadora" de la naturaleza, una especie de ley irreversible e irrefrenable similar a las fuerzas físicas de la gravitación y de afinidad química. Sin embargo, no presentó las evidencias fósiles de la transformación de unas especies en otras. Esta tarea le corresponderá a Darwin unos años más tarde. Darwin, como veremos, fue el gran transgresor que postulaba la posibilidad de cambios biológicos irreversibles que hacen que la naturaleza, como escribe el bioquímico y filósofo de la



evolución, J.J. Ayala , pueda ser considerada una entidad inacabada, siempre abierta y perfectible. Con Darwin se culmina y perfecciona la construcción de un paradigma que sigue vigente (en líneas generales, aunque con las naturales innovaciones) en las Ciencias de la Naturaleza.

5. LA REVOLUCIÓN DARWINISTA: EL PARADIGMA EVOLUTIVO

Muchos autores han hablado de la "revolución darwinista". Revolución científica que tal vez no lo fue tanto. Charles Darwin tuvo la habilidad de poner en su orden un número de piezas de un rompecabezas que le aportaron otros autores. Intuyó cómo se organizaban esas piezas en sentido armónico.

Lo cierto es que Darwin comenzó siendo un geólogo. Y más tarde extendió sus ideas geológicas al sistema de la biología. En una carta a su maestro John Stevens Henslow escrita en Río de Janeiro en mayo de 1832, Charles Robert Darwin (1809-1882) insiste en que "la geología y los animales invertebrados serán mis objetivos principales de investigación durante todo el viaje". Este era el proyecto de trabajo asignado a Darwin por el capitán del Beagle, Robert FitzRoy: ya que el Beagle debía - entre otras misiones- buscar puertos seguros en América del Sur y en los arrecifes de coral del Pacífico .

Muchos historiadores de la Geología coinciden en afirmar que la década 1830-1839 fue una época de oro para la geología en Gran Bretaña. Es el momento en que, entre otras cosas, las grandes controversias geológicas conducen a establecer



algunos hitos importantes en la escala geológica, como los sistemas Cámbrico, Silúrico y Devónico.

Se puede decir, por tanto, que Darwin tuvo la fortuna de vivir en una época crucial para el establecimiento del paradigma uniformitarista gradualista de la Geología . Por otra parte, los historiadores insisten hoy en el hecho de que la conversión completa de Darwin al evolucionismo ocurrió después de su regreso a Inglaterra . Un estudio realizado mediante clusters de muchos datos dirigido por Sulloway (1985) ha confirmado la significación de la geología en el pensamiento de Darwin. Es en geología donde la seguridad de Darwin en su propia capacidad crece de forma asombrosa. Sulloway sostiene que el resultado más importante del viaje de Darwin fue, no las pruebas que obtuvo para la evolución, sino el aumento de seguridad de Darwin en su propia habilidad como pensador científico, que le animó a abordar a su regreso el más profundo problema del origen de las especies.

5.1 "Nací como naturalista": el joven Darwin y su profesor Henslow.

En su Autobiografía el viejo Darwin escribe con cierta ironía: "las rancias lecciones de Jameson (en Edimburgo) me decidieron a no leer en mi vida un libro de geología ni estudiar esta ciencia por ningún pretexto". Pero cinco años más tarde, hacia 1833 o 1834, durante su viaje alrededor del mundo en el Beagle, exclama : "¡La Geología sobre todo!"

¿Qué ha pasado para que en Darwin se de tal mutación de actitud? En una carta escrita en 1838, siendo ya entonces



secretario de la Sociedad Geológica de Londres, escribe: "nacé para ser naturalista" . En la Autobiografía hay datos significativos de su etapa inicial de aprendizaje: con nueve años mostraba gran afición a coleccionar piedras y animales. Esta afición fue creciendo (a pesar de sus profesores de Edimburgo entre 1825-1827). Participa en reuniones de aficionados y hace sus primeros trabajos científicos y literarios.

Jameson era fervoroso creacionista y diluvista y sus clases eran alegatos apologeticos más que exposición sosegada. Ello parece que soliviantaba al joven Darwin provocándole rechazo . En el Christ College de Cambridge conoce a John Stevens Henslow, clérigo, teólogo y profesor de Botánica, hombre abierto y bondadoso y a Adam Sedgwick, prestigioso catedrático de Geología de Cambridge, que por esa época investigaba el Cámbrico. Una excursión geológica con ambos por el norte de Gales abre a Darwin sus ojos a las Ciencias Naturales.

Darwin lee en esos días el Diario de Humboldt y se entusiasma con los viajes. Pero la geología que aprende Darwin de Henslow y de Sedgwick está enraizada en la Teología Natural entonces en boga . Las ideas catastrofistas y diluvistas de Sedgwick impregnan en esos días la mente del joven aprendiz de geólogo. Esas son las representaciones mentales que Darwin llevará al inicio de su viaje.

5.2 El cambio científico: el viaje del Beagle y la lectura de Charles Lyell

El profesor Henslow conocía las cualidades de Darwin para las Ciencias de la Naturaleza y le ayudó a encontrar su camino. Por



esa época, el Almirantazgo inglés prepara una expedición científico-militar por el mundo. El año de 1831, el capitán del Beagle y jefe de la expedición, Robert FitzRoy, hace pública una circular en la que ofrece una plaza para un joven naturalista para su viaje alrededor del mundo. Henslow se entera de esta oportunidad y anima al joven Darwin, que acepta encantado. Henslow negoció con su padre la consecución del permiso para este viaje.

El itinerario intelectual que lleva del creacionismo al evolucionismo, del paradigma diluvista al paradigma evolucionista, tarda Darwin en recorrerlo cuarenta años. Es un itinerario que pasa primero por la geología. En especial, los años que van desde 1836 a 1859, son decisivos en el cambio conceptual y metodológico de Charles Darwin respecto a la ciencia natural en general y la geología en particular. Sus cartas y el Viaje de un Naturalista alrededor del mundo (cuya primera edición es de 1839) son sus obras más interesantes para valorar el viaje.

Todo confluirá en la publicación de *The Origin of Species by means of Natural Selection* (1859) . Al volver de su viaje alrededor del mundo (1836), Darwin inicia a catalogación de los cientos de kilos de materiales enviados pacientemente a su maestro y amigo Henslow. Se va introduciendo en el mundo científico y especialmente en el círculo de los geólogos de tradición Lyelliana. La geología va a centrar su interés en esta primera etapa de producción científica.

En 1837 Darwin conoce personalmente a Von Humboldt y a Charles Lyell. De esta fecha constan los primeros apuntes de El origen de las especies en los que relaciona los cambios biológicos con los geológicos. En 1838 es nombrado Secretario



de la Sociedad Geológica de Londres. La lectura de los trabajos geológicos juveniles de Darwin ponen de relieve que tres son los elementos geológicos que producirán en él un cambio conceptual y metodológico: Los fósiles, los volcanes y las islas de coral.

5.3 Darwin, los fósiles y la extinción de las especies

En sus excursiones juveniles con Henslow por los alrededores de Cambridge y en especial por Gales con su maestro Henslow, Darwin se puso en contacto con los fósiles. En aquella época eran interpretados según las ideas de Sedgwick como "restos del Diluvio Universal". Cuando en 1832 llega Darwin a Sudamérica se conocía muy poco sobre los fósiles de este gran continente. Medio siglo antes, Humboldt había descubierto un *Megatherium* en Argentina y había sido remitido al Museo de Ciencias de Madrid.

Al llegar a Punta Alta (en el Río de la Plata), Darwin descubre en unas gravas una gran cantidad de huesos: colmillos, garras, cráneos, caparazones... todos ellos sin representantes vivos (extinguidos) y de gran tamaño. Y algo que a Darwin llama la atención: están mezclados con lechos de conchas marinas. En el Viaje de un Naturalista (1839) describe minuciosamente los fósiles y se pregunta: "¿cuál es pues la causa de la desaparición de tantas especies y hasta de géneros enteros?". En sus debates con el capitán del Beagle, FitzRoy se manifiesta la confrontación entre dos paradigmas alternativos: FitzRoy cree a pie juntillas el relato de la Biblia. Darwin, por las evidencias, cree de mayor poder explicativo otras hipótesis: "El estudio de la geología del Río de la Plata y de la Patagonia -escribió más tarde- nos permiten concluir que todas las formas que afectan las tierras provienen de cambios lentos y graduales".



Pero hay otros datos interesantes: el 22 de julio de 1834 el Beagle llega a Valparaíso (Chile). El barco viene maltrecho por los temporales y debe pasar a reparación. Darwin aprovecha este alto en la navegación para ascender a los Andes donde permanece seis semanas. La geología de las montañas le absorbe. Hace dos descubrimientos que le llaman la atención:

- a) A 3.650 metros de altura halla un lecho de conchas marinas fósiles.
- b) Algo más abajo, estudia un pequeño bosque petrificado de pinos con conchas marinas alrededor.

La "maravillosa historia" comienza a desvelarse: postula la hipótesis de que estos árboles habían estado alguna vez a orillas del Pacífico (que ahora se encuentra a muchos kilómetros de distancia), luego fueron sumergidos por el mar y posteriormente elevados con las montañas merced a esfuerzos tectónicos hasta 2.100 m de altura. Esta hipótesis (discutida con FitzRoy e inaceptable para éste) tiene para Darwin mayor poder explicativo que acudir a un Diluvio que cubriese hasta esa altura. Son las ideas de Lyell sobre la elevación de las costas para la formación de las montañas las que iluminan las observaciones realizadas en los Andes.

Los textos siguientes nos acercan al mundo intelectual de Darwin con respecto a la extinción de las especies: son parte de un texto escrito el 5 de octubre de 1833 , tal como se expresa en el diario de Darwin, y corresponde a una de las expediciones por tierra realizadas durante el viaje del Beagle alrededor del mundo. Mientras la tripulación estaba ocupada en



hacer diversas mediciones en el puerto argentino de Bahía Blanca, Darwin emprendió excursiones tierra adentro para investigar las formaciones geológicas de las Pampas en la zona costera.

"Me detengo cinco días en Bajada (río Paraná, Uruguay) y estudio la geología interesantísima de la comarca. Hay aquí, al pie de los acantilados, capas que contienen dientes de tiburón y conchas marinas de especies extinguidas; luego se pasa gradualmente a una marga dura y a la tierra arcillosa roja de las Pampas con sus concreciones calizas que contienen osamentas de cuadrúpedos terrestres. Este corte vertical indica claramente una gran bahía de agua salada pura, que poco a poco se ha convertido en el estuario fangoso al que eran acarreados por las aguas los cadáveres de los animales ahogados.(...)"

"La existencia en América meridional de un caballo fósil, del mastodonte, quizá de un elefante y de un rumiante de cuernos huecos, descubierto por los señores Lund y Clausen en las cavernas de Brasil, constituyen un hecho de mucho interés desde el punto de vista de la distribución de los animales. Si dividimos hoy América, no por el istmo de Panamá, sino por la parte meridional de México, por debajo del grado 20 de latitud, donde la gran meseta presenta un obstáculo para la emigración de las especies, modificando el clima y formando una barrera casi infranqueable, tendremos las dos provincias zoológicas de América que tan vivamente contrastan una con la otra.(...)"

Y más adelante:



"Durante mi viaje me refirieron en términos exagerados cuáles habían sido los efectos de la última gran sequía. Estos relatos pueden dar alguna luz acerca de los casos en que gran número de animales de todas clases han sido hallados juntos bajo tierra.(...) Un testigo ocular refiere que las bestias de ganadería se precipitaban a beber en el Paraná en rebaños de muchos miles de cabezas; agotados por la falta de alimento les era imposible volver a subir las escurridizas márgenes del río y se ahogaban.(...)"

En estos textos, que son expresivos por sí mismos, el mismo Darwin observa e interpreta lo que sus ojos ven. No tenemos espacio para más explicaciones. Y nos remitimos a estudios más densos .

Hasta 1859, el ritmo de pensamiento se acelera. Las relaciones de Lyell, Wallace y Darwin se estrechan pese a sus discrepancias. En 1859, Charles Darwin publica, al fin, El Origen de las Especies por la selección Natural. En el capítulo XI, escribe:

"La antigua idea de que todos los habitantes de la Tierra han sido destruidos en períodos sucesivos por catástrofes, está ahora casi universalmente abandonada aun por aquellos geólogos, como Elie de Beaumont, Murchison, Barrande, etc., cuyas opiniones generales habían de llevarnos generalmente a esta conclusión. Por el contrario, con el estudio de las formaciones terciarias



tenemos fundamento para creer que las especies y sus grupos desaparecen gradualmente uno después de otro, primero de un sitio, luego de otro, y finalmente de todo el mundo".

Y más adelante:

"La extinción de las especies se ha envuelto gratuitamente en el misterio más completo, y hasta algunos autores han llegado a suponer que así como el individuo posee una cantidad determinada de vida, así también las especies tienen duración definida. La teoría de la selección natural está basada en la creencia de que cada nueva variedad, y por último cada nueva especie, se ha producido y mantenido por tener alguna ventaja sobre aquellas con las cuales entra en competencia; de donde casi inevitablemente se sigue la consiguiente extinción de las formas menos favorecidas".

Con estas palabras, Darwin describe el hecho y las causas de la extinción de fondo dentro del modelo gradualista heredado de Lyell, con las correcciones impuestas por sus hipótesis sobre la Selección Natural . Pero ¿cómo explicar las desapariciones en masa? ¿Será necesario volver a invocar las catástrofes de Cuvier? Darwin se refugia (al igual que Lyell) en la convicción de que el registro fósil es siempre incompleto y da la sensación (no real) de cambios bruscos que en realidad son simples lagunas de información o de no depósito:

"Con respecto al exterminio, repentino al parecer, de familias u órdenes enteros como el de los trilobites al terminar el período



paleozoico, y el de los ammonites al terminar el secundario, tenemos que recordar lo que ya se ha dicho sobre los probables y grandes intervalos de tiempo transcurridos entre nuestras formaciones , y que en los dichos intervalos puede haber habido mucho, aunque lento exterminio".

Para Darwin, la consideración de la Selección Natural como "motor" de la evolución no puede separarse del hecho de la extinción. La Selección supone, no solo la supervivencia de los más aptos, sino también la extinción de los no adaptados. Cuando la selección natural actúa durante un largo período de tiempo, conducirá a la divergencia de estructura entre los descendientes y también al hecho de la extinción. La acción combinada de la divergencia continuada y la extinción de las formas menos adaptadas producirá un patrón ramificado de especies y géneros.

Los autores afirman que Darwin no reconoce en su verdadero valor, la importancia de la extinción en los procesos de la evolución. La extinción es una consecuencia necesaria e inevitable de la Selección Natural que guía el proceso evolutivo. El texto siguiente es muy clásico y refleja esta convicción:

"Las afinidades de todos los seres de la misma clase se ha representado a menudo mediante la figura de un gran árbol. Creo que esta imagen es muy justa en muchos aspectos. Las ramas verdes y las yemas representan las especies existentes; las ramas producidas en los años precedentes representan la larga sucesión de especies extinguidas. En cada período de crecimiento, todas las ramas intentan extenderse en todas direcciones y



superar y matar a las otras ramas y brotes que las rodean, de la misma manera que las especies y los grupos de especies han vencido, en todo tiempo, a otras especies en la gran lucha por la existencia". (El Origen de las Especies por la Selección Natural, 1859)

Para los teóricos de la evolución, el modelo de Darwin se incluye dentro de lo que se suele denominar la "evolución contingente", para diferenciarla del modelo de la "evolución programada" iniciada por Lamarck y continuada por Chambers. La acción de la selección natural hace que la evolución y la extinción sea un proceso incierto y aleatorio. Al introducir este elemento de incertidumbre o contingencia en la biología, las ideas de Darwin y Wallace diferían radicalmente de las que habían existido antes. La introducción de la contingencia en los procesos naturales fue mal acogida por los filósofos de la ciencia de la época. John Herschel la consideró "la ley del desorden" y entraba en contradicción con la cosmología determinista de Newton.

6. CONCLUSIÓN

Hace 200 años, en 1820, se publicó *Vinditiae Geologiae*, un breve manifiesto de historia de la ciencia de filosofía y teología de la naturaleza diluvista muy debatido en su tiempo y que espoleó la emergencia de la Geología moderna. Presentamos aquí en este trabajo que contiene convergencias entre la emergencia de nuevos paradigmas científicos, la confrontación filosófica y epistemológica y sus relaciones con las tradiciones religiosas, especialmente la protestante.



En el año 1818 el pastor de la iglesia anglicana y geólogo, reverendo William Buckland (nacido el 12 de marzo de 1784 en Axminster, Devonshire – fallecido el 14 de agosto de 1856) fue elegido miembro de la Royal Society. Ese mismo año fue invitado a asumir una cátedra de nueva creación en la Universidad de Oxford, esta vez de Geología, dictando la lección inaugural el 15 de mayo de 1819. El texto de esta lección fue publicado en 1820, hace dos siglos, con el título de *Vindiciæ Geologiæ, or the Connexion of Geology with Religion explained*.

En este texto, Buckland justificaba el estatuto epistemológico de la nueva ciencia de la Geología y al mismo tiempo, defendía la conciliación de las pruebas geológicas con los relatos bíblicos de la Creación y del Diluvio de Noé. Su creacionismo científico fue contestado por otros geólogos laicos y provocó un debate científico, filosófico y teológico enriquecedor para el progreso de las Ciencias de la Tierra. Gracias a esto, durante el siglo XIX se constituye así el verdadero "paradigma" de la Geología moderna. Esta adquiere ya el estatuto de "ciencia formalizada" con la capacidad de tener un cuerpo de doctrina unificada asumida por la comunidad científica, una racionalidad propia, capacidad para elaborar sus propias hipótesis y mantener una metodología científica basada en unos principios similares a los que Galileo y Newton construyeron para la Física. James Hutton, al adoptar el principio del actualismo (*The present is the key of the past*) permite a Charles Lyell años más tarde elaborar y perfeccionar este principio metodológico haciéndolo operativo: es el uniformitarismo, regulador de un modo gradualista de entender los procesos de la Geología sin acudir a principios teológicos. Una concepción gradualista de los lentos procesos geológicos a lo largo de millones de años (Charles Lyell) llegan al joven



Charles Robert Darwin que tiene la audacia (en esos años sus ideas eran audaces aunque hoy hayan sido asumidas por la comunidad científica) que los extiende a la naturaleza biológica del planeta Tierra. La existencia de extinciones a lo largo del proceso natural forma parte de un complejo entramado de propuestas que han tejido el gran paradigma de la evolución. Pero en el siglo XX y en el siglo XXI este gran paradigma persistente, goza de buena salud epistemológica porque resiste los embates de sus detractores y ha sido reformulado de diversas maneras dentro de un mismo Gran Programa de Investigación de tipo lakatosiano .

LEANDRO SEQUEIROS SAN ROMÁN

lsequeros42@gmail.com

Presidente de la Asociación Interdisciplinar José de Acosta (ASINJA)

Miembro de INHIGEO, Comisión de la UNESCO para la Historia de la Geología

Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Zaragoza

Catedrático jubilado de Paleontología

Profesor Vicente Callao 7

Campus Universidad de Granada

18011 Granada

685158236