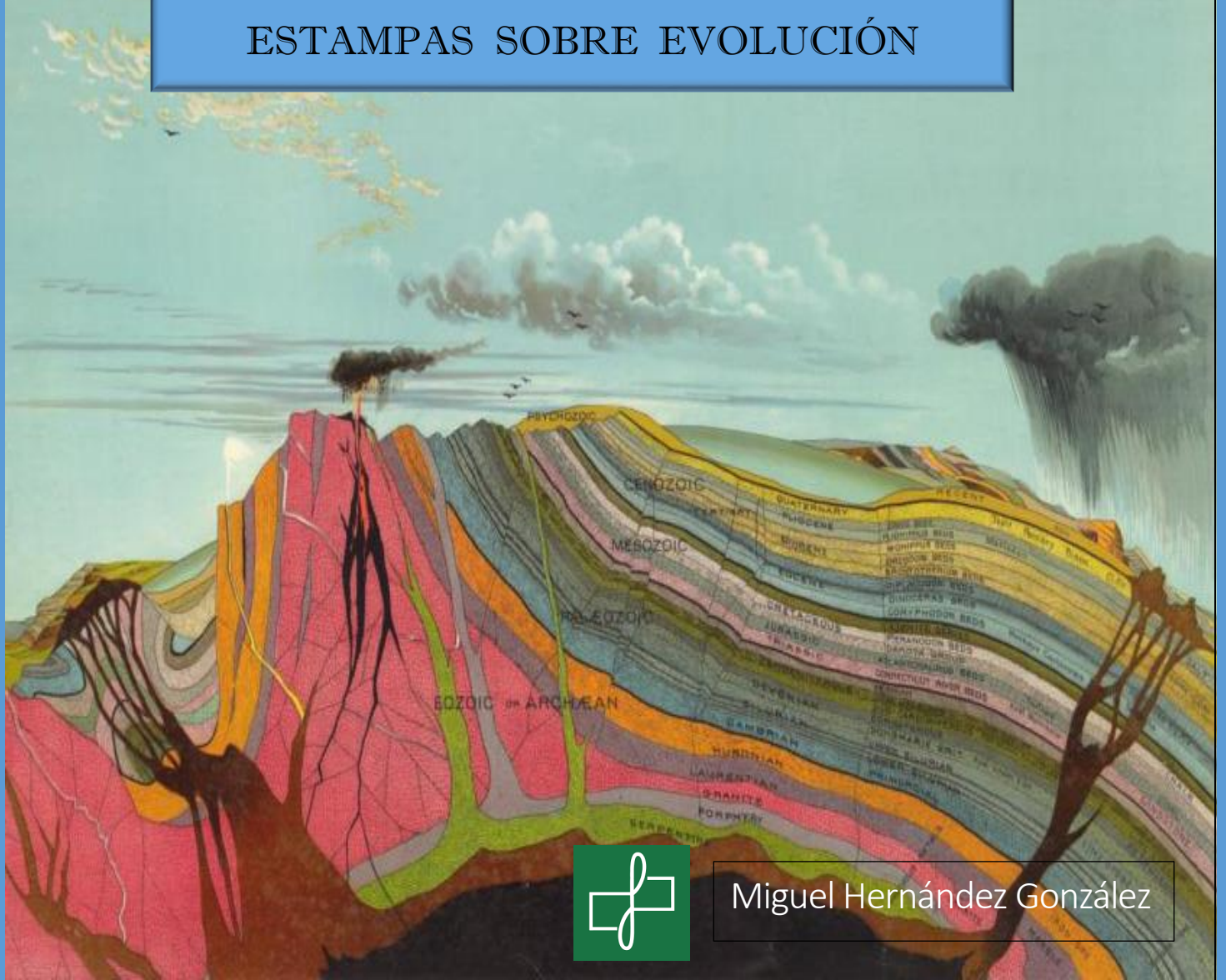
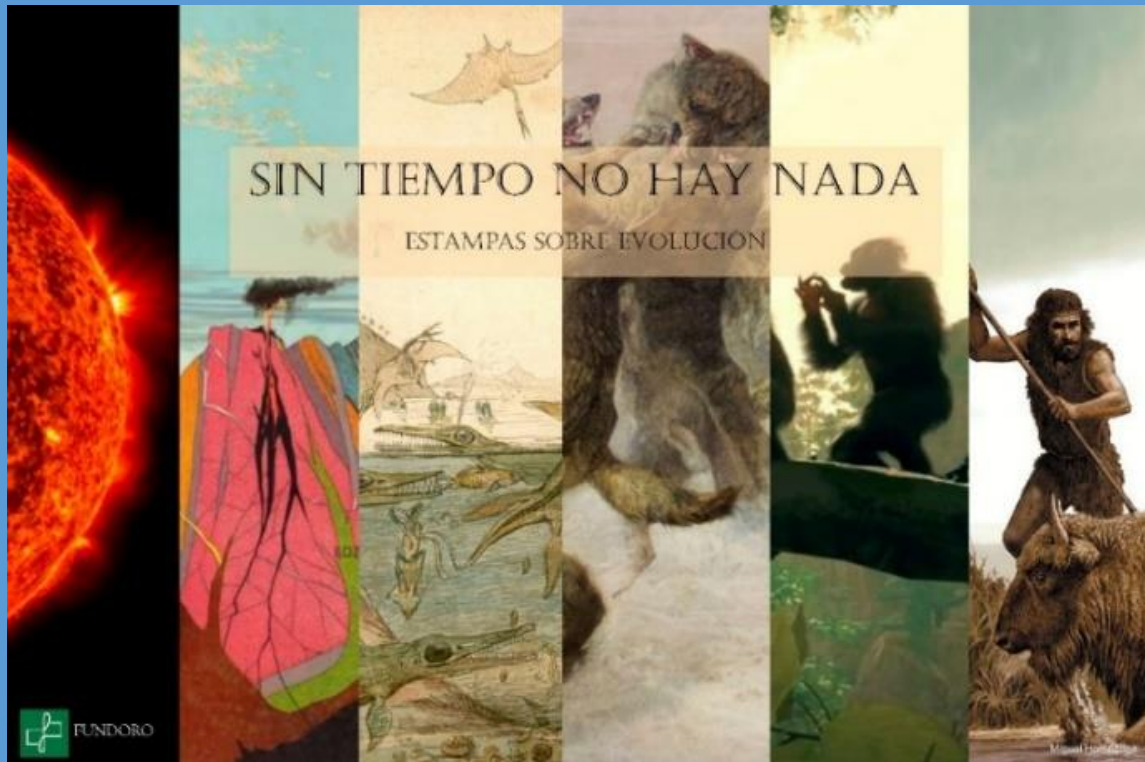




SIN TIEMPO NO HAY NADA
ESTAMPAS SOBRE EVOLUCIÓN



Miguel Hernández González



La exposición que presentamos bajo el título **“Sin tiempo no hay nada (Estampas sobre evolución)”** trata de ilustrar el proceso mediante el que la idea de evolución, en sus variadas formas, acabó instalándose como elemento clave de la explicación de la génesis y desarrollo del Universo.

James Ussher (1581-1656), haciendo uso del relato de los libros que componen el Antiguo Testamento y de otros testimonios históricos reflejados en las crónicas, puso fecha al momento de la Creación y desde entonces la cronología bíblica se convirtió en un “peso muerto” que condicionó el pensamiento de matriz cristiana. Contradecir el relato que avalaba la Iglesia no era una cuestión baladí; no resulta extraño, pues, que los disidentes tomaran precauciones al exponer al público sus dudas y reflexiones dirigidas a ampliar el tiempo marcado por el canon.

No sólo desde el punto de vista filosófica o de las ideas comenzó a cuestionarse la cronología bíblica; también la propia Tierra emitía señales que no encajaban en el relato canónico: de sus entrañas estratificadas surgían vestigios fósiles que hablaban de extrañas especies animales de los que ya no quedaban muestras vivas y la propia configuración geológica,

como el famoso “Siccar Point” que iluminó a James Hutton, evidenciaba procesos de larguísima duración temporal.

Los viajes de exploración ampliaron la diversidad de los organismos vivos y clasificarlos y organizarlos se convirtió en una necesidad. Linneo acertó a diseñar una taxonomía que además de establecer orden, ayudó a imaginar esquemas evolucionistas que acabaron con la idea de la creación única y fija de las especies vegetal y animal: la noción de evolución a partir de ancestros comunes tomó cuerpo y la explicación de sus mecanismos se convirtió en objeto de especulación y búsqueda entre los naturalistas—Lamarck y Darwin son ejemplos paradigmáticos de ello.

Tras un viaje, en gran medida iniciático, y un largo proceso de estudio y análisis, Darwin propone la noción de variabilidad azarosa, lucha por la existencia y pervivencia del más apto como elementos clave de un proceso evolutivo que incluía a todo lo vivo y cuyo despliegue requería de un tiempo millonario en años. Mendel cerraría el círculo con sus leyes para la herencia genética.

A mediados del siglo XIX la Física irrumpió en un escenario que hasta entonces habían acaparado Geólogos y Biólogos y por medio de su representante más cualificado, William Thomson, abordó tanto la cuestión de la naturaleza de la energía radiada por el Sol, como el proceso de formación y evolución térmica de la Tierra. Las leyes mecánicas, electromagnéticas y termodinámicas le permitieron acotar la edad de esos objetos: entre 20 y 400 millones de años. Demasiado para los que se atenían a la literalidad de la Biblia y poco para los geólogos uniformistas y para los biólogos evolucionistas.

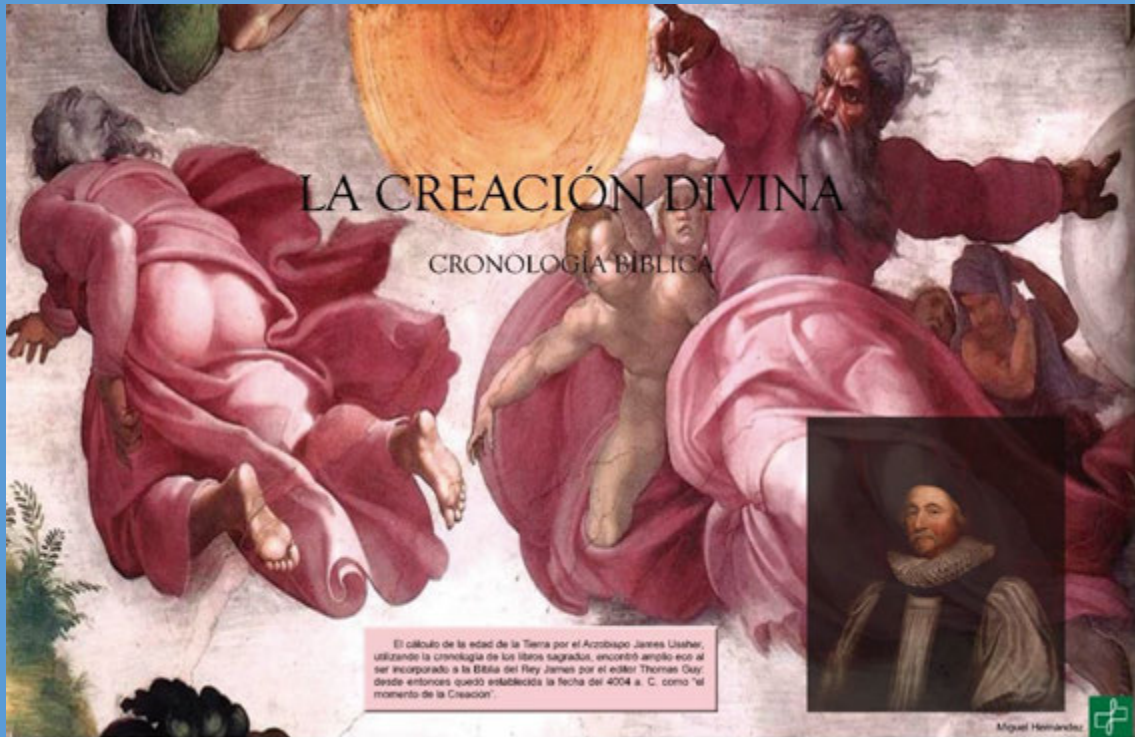
El almacén de la creación guardaba sorpresas y, así, a principios del siglo XX se desarrollan dos nuevas visiones del mundo —la teoría de la Relatividad y la Física Cuántica— y se descubre una nueva fuente de energía, la nuclear, que acabará dotando a los evolucionistas de todo el tiempo que necesitaban. El estudio de la fusión nuclear explicará la forma en que las estrellas generan su energía y arrojará luz sobre un proceso en el que la evolución desde lo más elemental a lo complejo se convierte en norma.



Miguel Hernández

SIN TIEMPO NO HAY NADA

ESTAMPAS SOBRE EVOLUCIÓN



El texto bíblico comienza con el relato de la Creación, se señala así el inicio de todo cuanto existe, y en él se narra además la génesis de los humanos y su caída posterior. Más adelante, al corpus del Viejo Testamento se añadirá el nacimiento y peripecia vital del Mesías, Jesucristo, el Hijo de Dios, cuyo sacrificio redimirá a sus congéneres.

Ese momento, especial, singular e irreplicable, reforzará la concepción lineal del tiempo que impregna toda esta doctrina: datar los acontecimientos y, en particular, la fecha del inicio de la historia de la Creación se convertirá, así, en un asunto de máxima importancia.

Muchos personajes de relevancia científica se ocuparán del asunto, entre ellos Kepler y Newton, pero será James Ussher el que llevará a cabo el cálculo definitivo utilizando la cronología de los libros sagrados y el registro histórico. Su cálculo encontró amplio eco al ser incorporado a la **Biblia del Rey James** por el editor Thomas Guy: desde entonces quedó establecida la fecha del 4004 a. C. como “el momento de la Creación”. Para todos aquellos que creían en la literalidad de la Biblia estos dígitos se convirtieron en referencia incontrovertible.



No sin temor -el proceso a Galileo era reciente- Descartes se aventuró en su tratado ***El Mundo*** a esbozar un relato sobre la Creación que no sigue la literalidad del canon cristiano: *No dudo en modo alguno que el mundo haya sido creado desde el primer momento de su existencia con tanta perfección como ahora posee, [...] de igual modo que Adán y Eva no fueron creados niños, sino con la edad de hombres perfectos [...], pero, sin embargo, dado que se conocería mucho mejor cual ha sido la naturaleza de Adán así como la de los árboles del Paraíso, si se examinara cómo los niños se forman poco a poco en el vientre de la madre, cómo las plantas surgen de las semillas, que habiendo considerado solamente lo que fueron cuando Dios los hubiera creado, de igual modo lograremos un mejor entendimiento de lo que sea la naturaleza de las cosas que pueblan el mundo, si pudiéramos imaginar algunos principios que fueran muy inteligibles y muy simples, y a partir de los cuales hiciéramos ver claramente que los astros y la Tierra, al igual que cuanto es visible en el mundo, hubiera podido generarse a partir de ciertas semillas, aun cuando supiéramos que no fue generado de esta forma; ello sería más estimable que si lo describiéramos solamente como es, o bien como creemos que ha sido creado.*

Buffon, admirador de Descartes e influido por él, extrajo de la obra de Linneo una consecuencia que seguramente éste no previó: una concepción transformista completa relacionando a todos los animales, incluso al hombre, con un mismo tronco, un idéntico organismo primitivo del que todo se originaría por descendencia.

Para Buffon las variaciones son producto de la influencia del medio, el clima, la alimentación: *[Las variaciones] no se producen súbitamente, ni siquiera en el espacio de algunos años pues el gran obrero de la naturaleza es el tiempo. Se necesita mucho tiempo para producir alteraciones que, habiéndose perpetuado después por generación, se han convertido en los caracteres generales y constantes en los cuales se reconocen las razas e incluso las diferentes naciones que componen el género humano.*



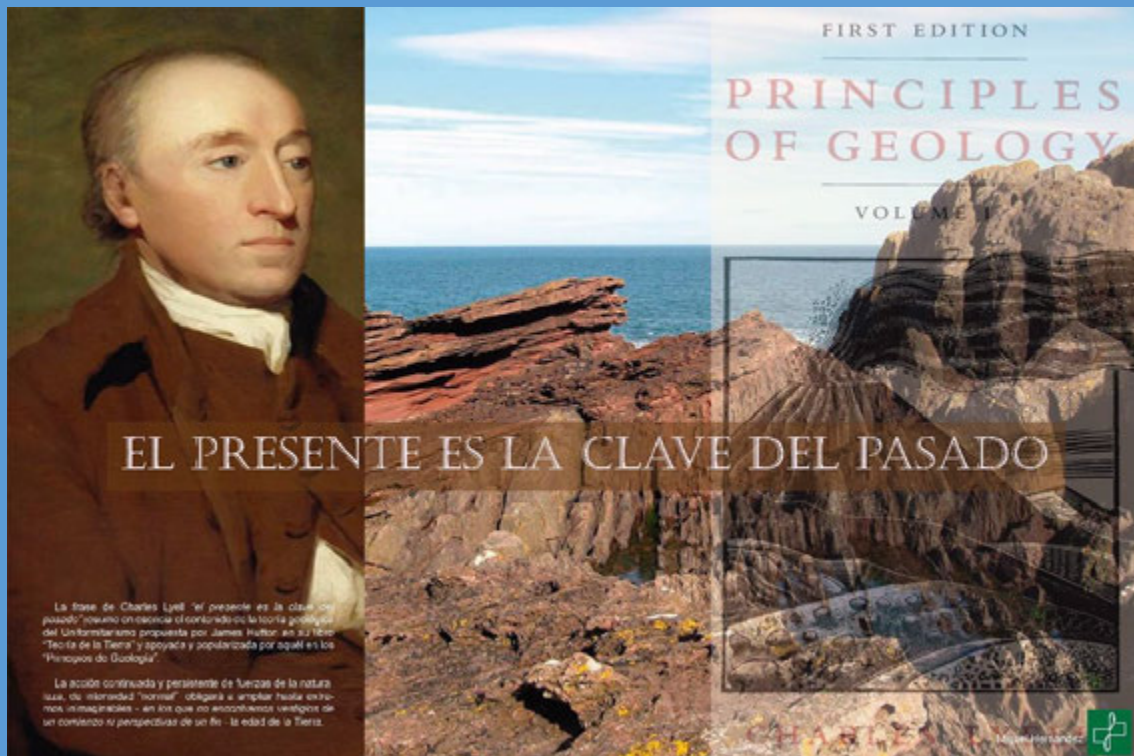
Descartes había aventurado en *El Mundo* un proceso de generación del Sistema Solar apoyado en su idea de la existencia de vórtices de distintos tipos de materia y había introducido, con toda la cautela que exigía la vigilancia de la ortodoxia religiosa, elementos evolutivos.

Kant acentúa esta línea de pensamiento y frente a los que afirman que la materia dejada a su libre evolución está destinada a la generación del caos y que por ello la existencia de orden muestra la acción continua del Creador, sostiene que, por el contrario, es la legalidad que regula el comportamiento de la materia –las leyes de la Mecánica de Newton– la prueba irrefutable de la existencia del Ser Divino.

Decide, así, esbozar una teoría de rasgos evolutivos sobre la formación del Sistema Solar a partir de una nube protogaláctica que recuerda, como él mismo reconoce, las osadas formulaciones de los antiguos atomistas.

Consciente de las dificultades que encontrará desde el campo de la religión, que *amenaza con acusar solemnemente al osado que se atreviera a atribuir tales conclusiones a la sola naturaleza, en vez de reconocer debidamente*

la intervención inmediata del Ser Supremo, y adjudica a la impertinencia de tales consideraciones una apología del ateo, publicará su obra, **Historia Natural y Teoría General del Cielo**, sin firma.



Para Hutton la Tierra es asimilada a una máquina que repite una y otra vez su acción, es un sistema cíclico que pasa por diversas etapas:

1. En la primera, la topografía terrestre se disgrega bajo la acción persistente y continuada de las olas y los ríos que desintegran las rocas formando suelos sobre los continentes y diluyen los productos de la erosión en los océanos.

2. En la segunda, las innumerables partículas de los viejos continentes se depositan como estratos horizontales en los fondos marinos; cuando estos estratos se compactan, su propio peso genera el suficiente calor y presión para movilizar las capas más bajas.

3. Y en un tercer momento el calor de los sedimentos fundidos y la penetración del magma ocasionan la expansión del terreno bajo la acción de fuerzas considerables produciendo enormes elevaciones y la generación de nuevos continentes.

Hutton consideraba que la formación de "Siccar Point" respondía, y sólo era explicable, en términos de su teoría, de ahí su importancia. Ante nuestros ojos aparecía la acción continuada, lenta y persistente de las fuerzas de la naturaleza: la Tierra era muy antigua, mucho más que lo que afirmaba la cronología bíblica.



En la controversia sobre la edad de la Tierra y sobre las razones de catastrofistas y actualistas, iba a jugar un papel importante la exhumación creciente de fósiles ubicados en los sucesivos estratos puestos al descubierto por el intenso trabajo de los constructores de canales y vías férreas de la época de la expansión industrial.

William Smith (1769-1834), inspector de canales e ingeniero asesor, iba a hacer un uso creativo de la estratigrafía y la aparición de fósiles cuando observó que los estratos no sólo podían ser identificados por su composición total sino también por las diversas clases de fósiles que contenían: *en toda Inglaterra —escribió— se encuentran los mismos estratos siempre en el mismo orden y conteniendo los mismos fósiles*. Ésta, pues, era una clave para descifrar los jeroglíficos de las rocas y establecer así una secuencia cronológica entre ellas: La historia del mundo podía leerse en la secuencia de fósiles que contienen las rocas.

Por otra parte, el crecimiento en número y la diversidad del registro fósil empezó a ofrecer testimonios de seres que no se encuentran en el mundo actual y la idea de la extinción de algunas especies —creadas simultáneamente según la tradición bíblica— acentuó el desasosiego de los naturalistas creyentes.

Las observaciones de fósiles y las transiciones de fauna que comportan eran casi todas abruptas, no aparecía una gradación significativa, de ahí que una lectura directa condujera a hipótesis catastrofistas como la explicación más plausible. Cuvier pertenece al grupo de naturalistas que hicieron esa lectura directa de los hechos.



Con el auge del coleccionismo, alentado por los viajes de exploración, surgen los primeros sistemas de clasificación y ordenamiento de la creciente variedad de los organismos vivos a los que se describe y agrupa, como no podía ser de otro modo, en función de lo que muestran externamente.

El estudio de la diversidad de los seres vivos es el objeto de la Sistemática; este estudio exige una clasificación de los mismos que ha de hacerse en función de unos criterios normativos, de una taxonomía, en suma.

Entre las taxonomías más exitosas cabe reseñar la propuesta por Linneo quien en el ámbito de la sistemática vegetal había usado como criterio la similitud y disposición de los órganos florales en tanto que en lo que se refiere a la sistemática animal, utilizó como recurso clasificatorio los caracteres externos y los órganos de alimentación y locomoción.

Al mismo tiempo introdujo una nomenclatura binaria para simplificar la identificación de los ejemplares vegetales o animales. Este tipo de clasificación, que ponía el acento en algún carácter concreto, recibió el calificativo de «artificial».

Linneo creía en la existencia de especies fijas, pero su sistema de clasificación parecía sugerir la existencia de vínculos entre seres vivos de características similares que permitían suponer la existencia de predecesores comunes: flotaba en el conjunto un aire de transformismo que encontraría eco, entre otros, en personajes como Buffon.



Lamarck presenta su esquema transformista, en su obra ***Filosofía Zoológica***, en estos términos: *Así, para llegar a conocer las verdaderas causas de tantas formas diversas y de tantos hábitos diferentes como nos ofrecen los animales, es preciso considerar que las circunstancias infinitamente diversificadas, en las cuales se han encontrado los seres de cada raza, han producido para cada uno de ellos necesidades nuevas y cambios en sus hábitos necesariamente.*

Reconocida esta verdad, que nadie podrá negar, será fácil percibir cómo las nuevas necesidades han podido ser satisfechas y los nuevos hábitos adquiridos, si se presta alguna atención a las dos siguientes leyes de la Naturaleza, que siempre ha comprobado la observación:

1. *En todo animal que no ha concluido el término de sus desarrollos, el empleo frecuente y sostenido de un órgano cualquiera fortalece poco a poco este órgano, lo desarrolla y lo agranda y le da una potencia proporcionada a la duración de este empleo; mientras que la falta constante del uso de ese órgano lo debilita, lo deteriora, disminuye progresivamente sus facultades y termina por hacerlo desaparecer.*

2. *Todo lo que la naturaleza hace adquirir o perder a los individuos por influencia de las circunstancias lo conserva mediante la generación para los nuevos individuos que de ella proceden, con tal de que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos o a los que han producido esos nuevos individuos.*

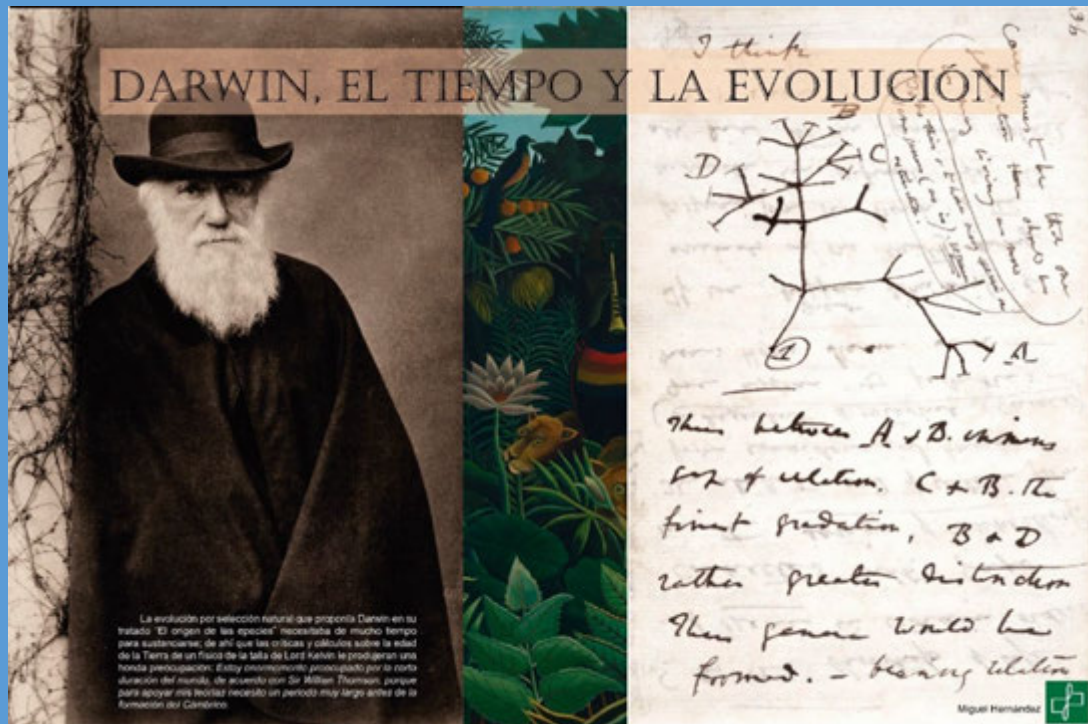


Darwin embarcaría en el Beagle como un convencido creacionista — *Por entonces, dirá, no abrigaba la menor duda sobre la verdad estricta y literal de cada palabra de la Biblia*—, llevando en su equipaje un ejemplar del libro de Lyell ***Principios de Geología***.

Su lectura, así como sus observaciones durante un periplo de 5 años de duración, le obligarían, sin embargo, a cambiar su visión sobre el modo en que la naturaleza trabajaba y así escribirá: *El gran mérito de los «Principios» es que le cambia a uno todo el carácter de la propia mente, hasta tal punto que cuando veía algo nunca visto por Lyell, lo seguía viendo en parte con sus ojos.*

Descenderá del barco convencido de la certeza de la acción paulatina y continua de las mismas fuerzas que moldean actualmente la naturaleza, mutado en uniformista.

El viaje no sólo había ampliado sus horizontes espaciales haciéndole ver la vastedad y diversidad del mundo, sino que le había obligado a ampliar los límites temporales de la edad de la Tierra. Sólo en esas condiciones, aumentando el tiempo disponible hasta límites insospechados, podría desplegarse el tejido de la evolución biológica.



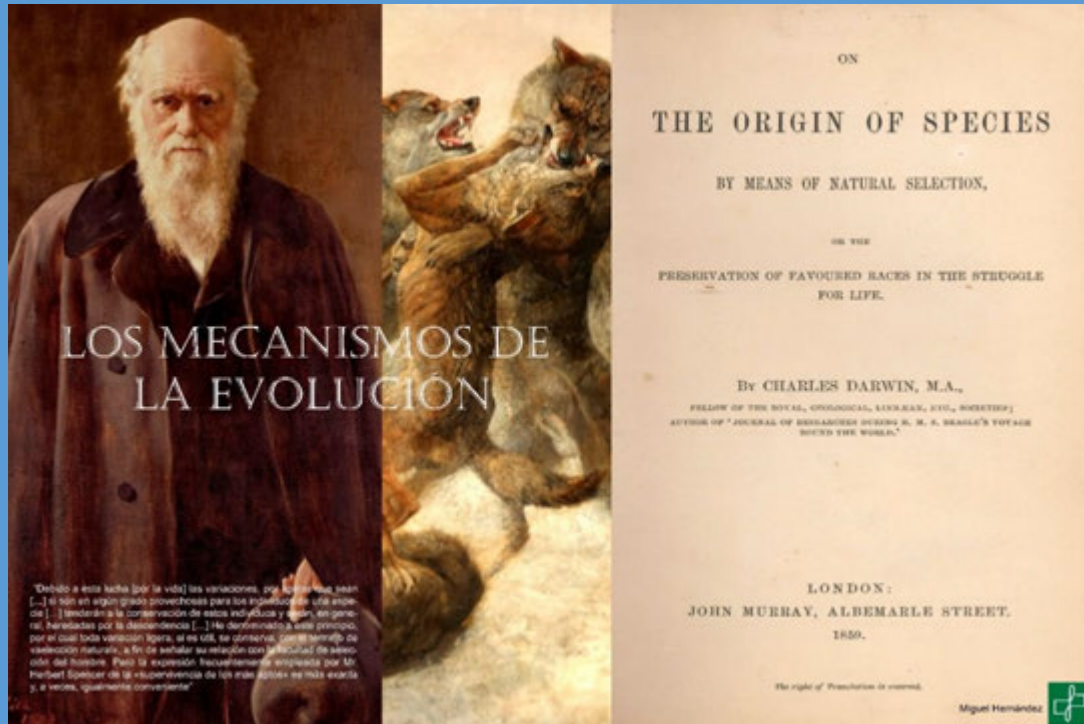
La Teoría de la evolución es un ejemplo paradigmático de la tarea de unificación que tuvo lugar a lo largo del siglo XIX —recordemos que la síntesis de Maxwell o la articulación de la Termodinámica ocurrieron durante este siglo.

En efecto, apoyándose en sus resultados acabará no sólo resultando comprensible lo diverso —la enorme cantidad de seres vivos que pueblan nuestro planeta— a partir de lo simple—un ser originario común que evoluciona, se modifica y varía y al que un medio externo selecciona por su capacidad de adaptación a él o elimina por su inadaptación—, sino también cerrándose la cisura que separaba a los humanos de sus parientes más o menos cercanos: el resto de los animales.

Este encadenamiento común entre los seres vivos permitirá no sólo entender el mundo de una manera radicalmente distinta a la sostenida hasta entonces sino, también, acercarse a la solución de ese interrogante que desde siempre ha atormentado al ser pensante: ¿de dónde venimos?

Huelga decir que las repercusiones no sólo culturales sino, sobre todo, sociales fueron inmensas y, así, el darwinismo se verá en el centro de apasionadas, y muy a menudo interesadas, controversias.

La eugenesia, la ciencia racial, la antropología, la sociología, etc., buscarán en él apoyo para las posiciones más diversas y, en algunos casos, más extremas.



¿A qué se llama *lucha por la existencia*?: los seres vivos tienden a aumentar numéricamente según una progresión geométrica, por lo que hace falta una fuerza opuesta capaz de reducir la creciente marea de la vida. Esta fuerza es la lucha, y Darwin le da un sentido muy amplio: la lucha por la vida del individuo es también, y sobre todo, la lucha por la existencia de una posteridad, lo que se traduce en una presión ejercida por el conjunto de los seres vivos —el medio en un sentido amplio— contra el individuo.

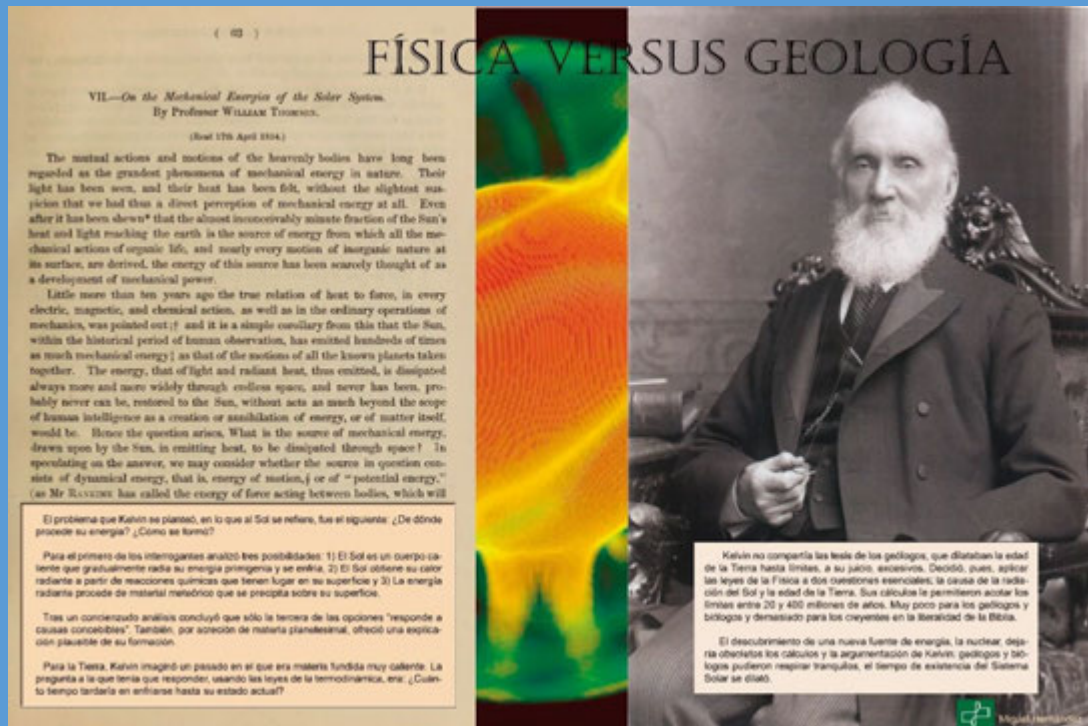
La acción del medio para producir cambios en las especies era un mecanismo aceptado por numerosos naturalistas, el problema esencial radicaba en encontrar el mecanismo mediante el cual se seleccionaban y transmitían esos cambios. Así se expresa Darwin en su **Autobiografía**: *Después de mi vuelta a Inglaterra, me pareció que [...] reuniendo todos los hechos que se relacionan de cualquier forma con las variaciones de los animales y de las plantas domésticas o en libertad, podrían quizás proyectar alguna luz sobre la cuestión [...] Pronto me di cuenta de que la selección representa la clave del éxito del hombre al crear razas útiles de animales y plantas. Pero ¿cómo podría aplicarse la selección a organismos vivos en estado de naturaleza? Esto fue un misterio para mí durante mucho tiempo. En octubre de 1838 [...] leí para distraerme la obra de Malthus sobre la población. Como estaba entonces bien preparado para apreciar la lucha por la existencia que se encuentra en toda la obra [...] se me ocurrió inmediatamente la idea de que, en esas circunstancias, las variaciones favorables tenderían a ser preservadas, y las desfavorables destruidas. El resultado de esto sería la producción de nuevas especies. Así tenía, por fin, una teoría sobre la que trabajar.*



Desde 1837-1838 Darwin poseía una concepción bien definida de la unidad del mundo viviente y no dudaba que el hombre formara parte de ella, si bien no le pareció oportuno insistir en este asunto en 1859, dada la delicadeza del tema. Para él constituía un punto capital en la historia de la humanidad el que por primera vez el hombre se convirtiera en objeto accesible para la ciencia.

Darwin aparece en sus obras como un decidido defensor de la idea de que todo lo humano —el lenguaje, la moral, el sentido estético, el cariño maternal, el sentido religioso, etc.— había surgido a partir de los animales. El hombre no constituye, pues, una singularidad en las leyes biológicas de la naturaleza; por el contrario, precisamente en virtud del funcionamiento de esas leyes ha llegado a ser singular. Las facultades superiores se habrían constituido como consecuencia de su funcionamiento a un nivel inferior y engendradas por éste. El lenguaje vino al hombre porque éste tenía un cerebro animal mejorado, pero éste último no se hubiese desarrollado mucho sin el uso del lenguaje, y gracias a él nuestro psiquismo humano pudo tomar un camino nuevo y alcanzar el poder que conocemos.

Veía a los primeros antepasados del hombre como animales terrícolas, bípedos que utilizaban la mano, aunque descendientes por grado de especies cuadrúpedas. Puso de relieve las últimas ventajas de la postura erecta y de la especialización correlativa del pie y la mano. Según su opinión, los antecesores inmediatos del hombre, puramente animales, debían ser sociables, pues el desarrollo de la vida social aparece como necesario para el desarrollo de la inteligencia



Lord Kelvin abordó el problema de la edad de la Tierra desde una perspectiva diferente a la geológica. Así, en 1862 publica un artículo en el que mediante el concurso de las leyes conocidas de la física —mecánicas y térmicas— y de ciertas hipótesis plausibles sobre el proceso de generación del Sol concluía: *Parece, por consiguiente, como más probable que el Sol no ha iluminado la Tierra a lo largo de 100 millones de años y es también casi seguro que ni la ha iluminado a lo largo de 500 millones de años. Respecto al futuro, debemos decir con la misma certeza que los habitantes de la Tierra no podrán continuar disfrutando de la luz y el calor esenciales para su vida, por muchos millones de años, a no ser que fuentes de calor desconocidas ahora por nosotros, estén preparadas en el gran almacén de la creación.*

Al igual que para el Sol, la antigüedad de la Tierra y la posibilidad de existencia de vida en ella quedó limitada. Tal limitación influyó sobre Darwin, quien escribe a Wallace: *Las ideas de Thomson sobre la edad reciente del mundo han sido desde hace algún tiempo una de mis más terribles preocupaciones*, y a Croll: *Estoy enormemente preocupado por la corta duración del mundo, de acuerdo con Sir William Thomson, porque para apoyar mis teorías, necesito un período muy largo antes de la formación del Cámbrico*, obligándole a introducir modificaciones en el ritmo de la evolución biológica.

El almacén de la creación iba a acudir en ayuda de las tesis darwinianas cuando en 1896 Becquerel descubra la radiactividad y, poco después, Pierre Curie encuentre que las sales de radio liberan calor de modo continuo. Una nueva fuente de energía y de producción de calor iba a entrar en juego



En la corriente de los hibridadores se inscribe, en cierto sentido, el trabajo de Gregor Mendel que acabará plasmándose en su artículo de 1866, *Experimentos sobre hibridación de plantas*, donde recoge sus experiencias sobre cruzamiento de guisantes y otras especies. La preocupación que inspira a Mendel se dirige no ya a analizar el problema de la estabilidad de las especies sino, de forma nítida, a buscar las reglas generales de la transmisión hereditaria y desentrañar, así, el misterio de la herencia.

Las características del trabajo de Mendel se alejan también de las utilizadas, hasta entonces, en las publicaciones biológicas. El uso de las matemáticas, aunque se trate de simple aritmética, y su planteamiento estadístico resultan chocantes para la comunidad científica de la época. No es extraño, pues, que el acta que recoge su conferencia de 1865 consigne: *no se hicieron preguntas ni hubo lugar a ninguna discusión*, y tampoco que sus aportaciones apenas encontraran eco en su momento.

Habrá que esperar al inicio del siglo XX para que su obra sea descubierta y cale en una Biología que ya está preparada para emprender el último tramo de su viaje hacia el interior del organismo, la exploración molecular de la célula.

En el esquema evolucionista y más en particular en la teoría de Darwin existía una clara insuficiencia: el modo en que tiene lugar la transmisión de los caracteres o lo que es igual, la explicación del mecanismo de la herencia. Los descubrimientos de Mendel acabarían por eliminar esta insuficiencia y permitirían poner los cimientos de lo que se denominará Teoría Sintética de la Evolución o Neodarwinismo -Genética y Evolución marcharán desde entonces unidas.

LA DATACIÓN RADIACTIVA

El descubrimiento de los elementos radiactivos que al desintegrarse liberan enormes cantidades de energía, aumentan los límites posibles de la duración de la vida en el planeta y posibilitan el tiempo que los geólogos y biólogos reclaman para el proceso de evolución.

Ernest Rutherford

Miguel Hernández

El alumbrado de la creación suministraría, a comienzos del siglo XX, una nueva fuente de energía que acabaría permitiendo entender cómo brilla el Sol y cómo se extiende hasta extremos inimaginables su antigüedad y la de la Tierra que, a diferencia de lo que suponía Kelvin, ponía ahora una fuente interna de emisión catódica propia.

Por otra parte, el análisis del ritmo de desintegración del elemento padre y de la cantidad de elementos-hijo generados, iba a posibilitar un preciso mecanismo de datación de la edad de las rocas y los vestigios fósiles que acabaría por estimar no en millones sino en miles de millones de años la antigüedad del Sistema Solar.

El descubrimiento de la radiactividad –ciertos elementos expulsaban extrañas radiaciones y mutaban, tras una serie de procesos encadenados, en otros elementos finalmente estables, generando considerable calor– iba a cambiar radicalmente el panorama.

Este calor producido en los procesos de desintegración ponía en cuestión los cálculos llevados a cabo por lord Kelvin que no imaginaba a la Tierra provista de fuente alguna de emisión calórica propia: los valores obtenidos en su análisis del proceso de enfriamiento de nuestro planeta quedaron, así, obsoletos.

Ernest Rutherford, uno de los más eminentes físicos del momento y estudioso de las radiaciones procedentes del núcleo atómico, se pronunciaba en estos términos: *El descubrimiento de los elementos radiactivos que al desintegrarse liberan enormes cantidades de energía, aumentan los límites posibles de la duración de la vida en el planeta y posibilitan el tiempo que los geólogos y biólogos reclaman para el proceso de evolución.*

Por otra parte, el análisis del ritmo de desintegración del elemento-padre y de la cantidad de elementos-hijo generados, iba a posibilitar un preciso mecanismo de datación de la edad de las rocas y los vestigios fósiles que acabaría por estimar no en millones sino en miles de millones de años la antigüedad del Sistema Solar, Tierra incluida.



En las primeras décadas del siglo XX Einstein había demostrado la equivalencia entre masa y energía, los núcleos atómicos habían revelado su complejidad, se había certificado la existencia de una nueva fuente energética que residía en ellos, el análisis de la luz del Sol permitía hacerse una idea relativamente precisa de su composición y la fisión y fusión nucleares eran objeto de experimentación.

En 1939, en un artículo con el título de *“Producción de energía en las estrellas”*, Bethe analizó las distintas posibilidades por las que el Hidrógeno se fusiona en Helio.

Definió, así, dos procesos que a su juicio eran la fuente de la energía en las estrellas.

1. El primero, la reacción en cadena protón-protón, es la fuente dominante de energía en las estrellas de masas hasta la del Sol.
2. El segundo proceso, el ciclo carbono-nitrógeno-oxígeno, que también fue propuesto por Carl Friedrich von Weizsäcker en 1938, es más importante en estrellas más masivas de la secuencia principal.

El almacén de la creación nos había dotado de una nueva fuente de energía y las objeciones de Kelvin pasaron a mejor vida: la evolución dispuso de todo el tiempo que reclamaba Darwin y que ahora se contaba no por millones de años sino por miles de millones.

Una cadena evolutiva acabaría ligando no sólo a los seres vivos sino, también a toda la materia del Universo.



FUNDORO