

El Tiempo Geológico

FRANCISCO SOUT.

El concepto del tiempo, como parámetro de medición de la historia de la Tierra, constituye un aspecto del conocimiento humano que se ha desarrollado paralelamente a la cultura y que por lo tanto ha sido explicado desde muy diversos puntos de vista.

Anaximandro, filósofo jónico del siglo VI a. C., concebía al Universo como una entidad de extensión y duración infinita, donde la materia era indestructible, eterna y fuente de origen de todas las cosas. Pensaba en una ciclicidad en el tiempo, durante el cual habían surgido, desaparecido y vuelto a aparecer infinidad de universos que en su ocaso se disolvían en materia amorfa. Imaginó a la Tierra como una columna cilíndrica, flotando en el centro del Universo y rodeada de aire. Anaximandro pensaba que el origen de los seres vivos "sencillos" había ocurrido a partir de la evaporación de un elemento líquido, mientras que los seres que presentan un desarrollo más complejo, como el hombre, que necesitan un largo periodo de amamantamiento y cuidados antes de poder alimentarse por sí mismos, se habían originado a partir de individuos de una especie más "sencilla". Por ejemplo sugirió que los primeros hombres habían sido engendrados por tiburones que los parían en un estado de desarrollo avanzado, arrojándolos sobre las playas.

Empédocles, cien años después, mantenía la idea de una ciclicidad en el tiempo, a través del cual fuerzas

opuestas se alternaban el dominio de la naturaleza. Este pensador creía que los seres vivos habían surgido en un momento en que el amor reinó sobre la Tierra, permitiendo que la naturaleza creara por la combinación de diversos elementos, estructuras orgánicas sueltas (brazos, piernas, cabezas, órganos internos) que en un segundo periodo de armonía se mezclaron produciendo una diversidad de seres vivientes con características muy peculiares como quimeras, minotauros, bicéfalos, centauros, hombres, animales, etc., que se enfrentaron a las condiciones ambientales y de los cuales sólo sobrevivie-

ron los que presentaban una constitución acorde y "funcional".

Las ideas de Anaximandro y Empédocles reflejan en gran medida la creencia de los griegos presocráticos sobre un origen natural del Universo y todas sus partes. Para ellos la historia de la materia, orgánica e inorgánica, cualquiera que fuese, se enmarcaba sin problemas en una concepción de la Tierra vagando en el universo durante un tiempo infinito.

En el siglo III a. C. estas concepciones naturalistas se enfrentaron al idealismo que se desarrolló con Sócrates, Platón y sus seguidores quienes proponen que el origen de toda la naturaleza son designios u obras divinas. En particular los seres vivos son considerados como obras de los dioses, creados de acuerdo a patrones ideales. Así, los cuerpos de las plantas y animales son simples portadores del alma, una esencia divina. Por la obra *Timeus* se sabe que Platón creyó que toda la naturaleza fue creada a partir de los cuatro elementos primordiales (fuego, aire, agua y tierra); y que los cuerpos de los seres

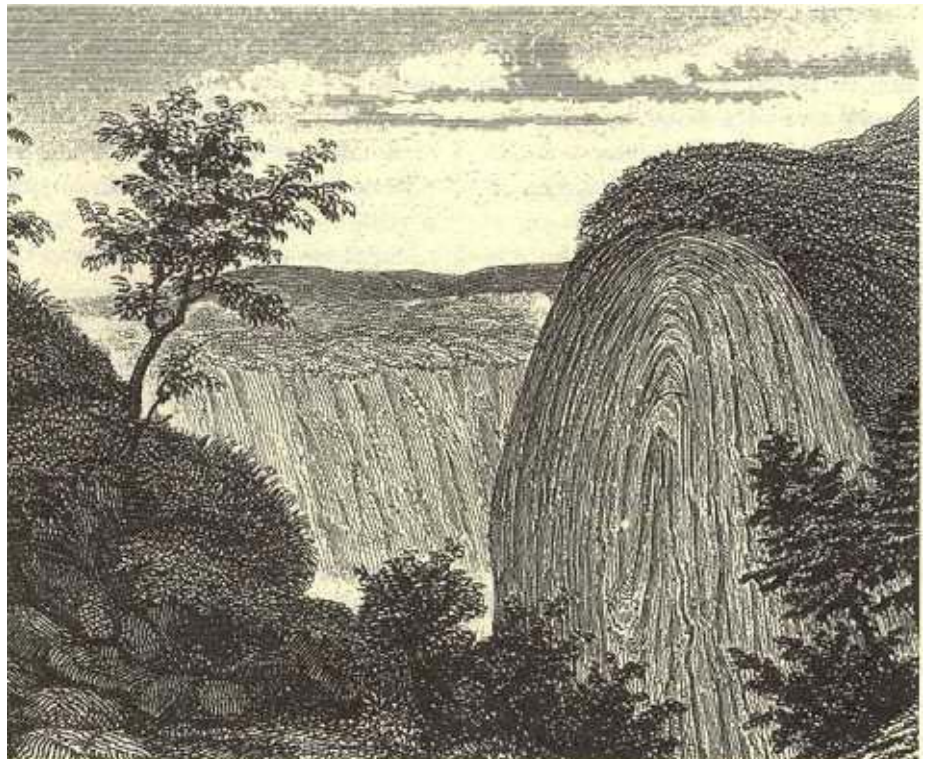




Figura 1. Dibujo de Henry de la Beche donde caricaturiza las ideas de Charles Lyell sobre un uniformitarismo extremo, la ciclicidad del tiempo y la reaparición de biotas fósiles en el futuro, cuando se repitan las condiciones ambientales del pasado. Ilustra al profesor Ichthyosaurus discutiendo con colegas y alumnos, acerca de las características de una extraña criatura (un hombre) que existió durante la última creación.

vivos, están formados por triángulos que al desgastarse en sus vórtices rompían la armonía de la estructura provocando enfermedades y envejecimiento.

Al hablar sobre el hombre, se manifiesta la idea platónica de la reencarnación. Se piensa que en el ser humano existen tres tipos de almas: una superior que reside en la cabeza y que le otorga cualidades intelectuales y espirituales; la segunda, caracterizada por el valor, que se ubica en el pecho y se comparte con los animales; el tercer tipo de alma, la inferior, se encuentra en el abdomen, y es compartida con los animales "inferiores" ("peces" y "ostras") y le da al hombre un carácter débil, lujurioso y criminal. En este esquema el hombre podía ser dominado durante los diferentes periodos de su vida por alguna de sus tres almas y dependiendo de su comportamiento global y de acuerdo a los patrones éticos de la época, su destino sería reencarnar en algún tipo de planta o animal —donde se incluía a las mujeres. Aquel-

los hombres de comportamiento ejemplar podían aspirar a reencarnar en un nivel supremo representado por las estrellas. Con estas ideas el pensamiento platónico mantiene la idea de que la historia de la naturaleza se desarrolla en un ciclo temporal en que los seres vivos están sujetos a una cadena sin fin, en donde cada eslabón representa un nivel de vida para la esencia divina que portan.

En el siglo III a.C. las ideas presocráticas y las platónicas confluyen en el desarrollo de la escuela aristotélica. En esta etapa la cultura griega se caracteriza por observar y estudiar a la naturaleza de manera empírica y objetiva, pero siempre las interpretaciones que se hacen se mezclan con una serie de conceptos idealistas. Aristóteles en particular reconoce en los seres vivos la existencia de una gradación que se inicia con los seres sencillos y que avanza progresivamente hasta llegar al hombre. Estableciendo la llamada "escala natural" reconoce la existencia de una serie

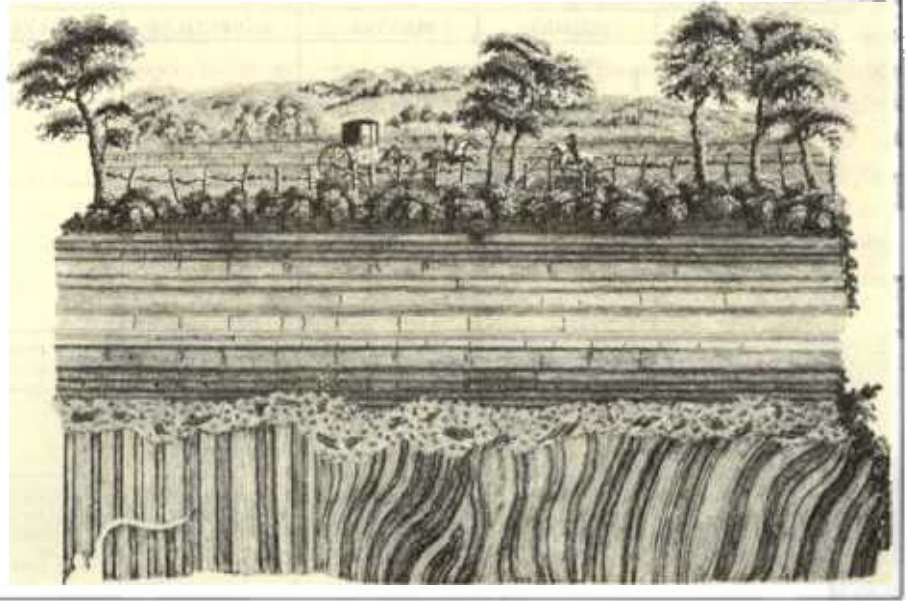
de tipos básicos (gusanos, moluscos, plantas, peces, aves, mamíferos, etc.) que son vistos como resultado de una creación ordenada matemáticamente, Existiendo un ser supremo responsable de esta creación, cada especie es considerada un reflejo de una forma ideal y perfecta pero dada la inestabilidad de la naturaleza los individuos degeneran alejándose morfológicamente de la forma ideal y conservando una esencia divina. Propone la existencia de un motor que genera todo el movimiento en la naturaleza y lo ubica en una esfera que envuelve a todo el Universo y que se manifiesta en una esencia divina llamada "psiquis" a la que Aristóteles le atribuye el poder de generar cambios en cada individuo en un intento de acercarse o regresar al arquetipo o forma ideal. Estas ideas alejan al pensamiento humano de la forma materialista y objetiva con la que los antiguos jónicos analizaron a la naturaleza y repercuten en un cambio de la concepción del tiempo, concepción que se establece en los siguientes 16 siglos conocidos como la Edad Media o el periodo del oscurantismo.

"Porque habiendo dos especies de formas, una que se da exteriormente a cualquiera materia corporal, como son las que fabrican los alfareros y carpinteros y otros artífices semejantes, que forjan y hacen figuras y formas parecidas a los cuerpos divinos; y otra que interiormente tiene sus causas eficientes, según el secreto y oculto albedrío de la naturaleza que vive y entiende; la cual, no sólo hace las formas naturales de los cuerpos, sino también las mismas almas de los animales al nacer, la primera forma se puede atribuir a cualesquiera artífices, pero esta otra no, sino solamente a Dios creador y autor de todas las cosas visibles e invisibles, que crió al mundo y a los ángeles sin ningún mundo y sin ningunos ángeles."

El párrafo anterior, que proviene del capítulo 27 de la "Ciudad de los

Dioses" escrita por San Agustín (354-430 d.C.), esboza las ideas dominantes durante los siglos que abarca la llamada Edad Media. Durante ella las ideas cristianas, mezclas de antiguas escrituras hebreas, ideas religiosas griegas, romanas, maniqueístas y otras, se fusionan con ideas platónicas o aristotélicas. El Universo, en este periodo histórico, se concibe como una esfera que gira completa y diariamente alrededor de la Tierra, objeto inmóvil, macizo y pesado, rodeado por un espacio que incluía al Sol, la Luna y los planetas, limitado por una esfera que contenía a las estrellas y sobre la cual se encontraba, más allá del Universo, una región celestial libre de toda mancha y corrupción. Este tipo de pensamiento va a dominar el escenario medieval, salvo que el tiempo se concebirá de acuerdo a estimaciones basadas en referencias bíblicas. Así, al igual que la naturaleza de todas las cosas y la magnitud se cree que del tiempo no pasa de algunos miles de años. Muchos eclesiásticos establecieron la edad de la Tierra, como James Ussher, Arzobispo de Armagh, (Irlanda) quien en el siglo XVII calculó, con datos extraídos de la Biblia, que la Tierra había sido creada el día 26 de Octubre del año 4 004 a.C., a las 9 de la mañana, es decir, es decir hace apenas unos 6 000 años.

A principios del siglo XVII, surgen personajes tan famosos como Keppler y Galileo que desarrollan diversas ideas sobre la Tierra y la conciben como una estructura dinámica y compleja. Sin embargo, el tiempo, dada su intangibilidad, se sigue considerando como un parámetro de extensión limitada. La acción de los fenómenos geológicos, como la erosión, los movimientos de la corteza o el vulcanismo, es imperceptible y no permite explicar en esta época los grandes rasgos de la superficie terrestre, por lo que se sigue creyendo en un origen brusco y catastrófico para todos ellos.



Primer esbozo de la idea de continuidad

En 1669, el danés Nicolás Steno, publicó su obra *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* (Discurso introductorio acerca de un cuerpo sólido naturalmente contenido en el seno de un sólido) en la que estableció sus tres famosas leyes sobre la interpretación de la secuencias estratigráficas. La primera de ellas se conoce como la ley de la horizontalidad original y señala que los sedimentos normalmente se depositan formando capas horizontales y en algunos casos de manera paralela a terrenos inclinados. La segunda ley llamada de la continuidad original, postula la existencia de una deposición constante de sedimentos a lo largo de la historia de la Tierra, deposición que se ve registrada en los estratos de la corteza terrestre y que sólo es interrumpida por la existencia de etapas de erosión. La tercera ley de Steno corresponde a la superposición de los estratos y hace una interpretación de las edades de las capas de rocas sedimentarias, estableciendo que los estratos antiguos son los más profundos y

los más recientes son los más superficiales. Con esta explicación se deduce, por ejemplo, que los fósiles contenidos en un estrato son más jóvenes que los que se encuentran subyacentes. En su tratado, entre otras muchas cosas, demostró además el origen orgánico de los fósiles y visualizó que la historia de la vida sobre la Tierra, de acuerdo al registro fósil, estaba caracterizada por cambios en los tipos de organismos que habían existido durante la formación de los diferentes capas de la corteza terrestre. Sin embargo, y dado que no fueron sino hasta mediados del siglo XIX en que no aparece ninguna idea aceptada sobre la evolución orgánica, los fósiles eran considerados simplemente como representantes de especies sin relación alguna con otras —preexistentes o actuales— o como restos de especies extintas o no conocidas por el hombre.

Tomando en cuenta las leyes de Steno, en 1756, se estableció la primera escala geológica cuando Johann Lehmann reconoció tres edades para la formación de los diferentes tipos de rocas. Llamó Era Primitiva a la etapa durante la cual, según él, se dio la for-

CALENDARIO COSMICO
DICIEMBRE

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	1 Formación de una atmósfera apreciable de oxígeno en la Tierra.	2	3	4	5 Formación extensiva de álveos y masas volcánicas en Marte.	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16 Primeros gusanos.	17 Fin del precámbrico. Inicio de la era paleozoica y del periodo cámbrico. Aparecen los invertebrados.	18 Primer plancton marino. Aparecen los trilobites.	19 Periodo ordoviciano. Primeros peces. Aparecen los vertebrados.	20 Periodo silúrico. Primeras plantas vasculares. La vegetación empieza a cubrir el suelo.
21 Comienzo del periodo devónico. Primeros insectos. Los animales empiezan a poblar la Tierra.	22 Aparecen los primeros anfibios. Primeros insectos alados.	23 Periodo carbonífero. Primera florea arbórea. Aparecen los reptiles.	24 Periodo pérmico. Primeros dinosaurios.	25 Fin de la era paleozoica. Se inicia el mesozoico.	26 Periodo triásico. Aparición de los mamíferos.	27 Periodo jurásico. Aparición de las aves.
28 Periodo cretácico. Primeras flores. Se extingue el dinosaurio.	29 Era mesozoica. Empieza la era cenozoica y el terciario. Primeros cetáceos y primates.	30 Primera evolución de los lóbulos frontales del cerebro de los primates. Primeros homínidos. Aparición de los grandes mamíferos.	31 Fin del plioceno. Periodo cuaternario (pleistoceno y holoceno). Aparición del primer hombre.			

Cuadros elaborados por Carl Sagan para comparar la edad de la Tierra con un año solar. En él es posible notar que los principales eventos en la historia de la vida abarcan el equivalente a unos cuantos días y la historia del hombre (página opuesta) tan sólo unas horas del último día de diciembre.

mación de las rocas cristalinas, como el granito y el gneis; ubicó en la Era Secundaria a las rocas sedimentarias consolidadas y fosilíferas, y nombró Era Aluvial a la etapa en la que se habían depositado suelos y sedimentos sueltos. Cuatro años más tarde Giovanni Arduino dividió la historia de la Tierra en cuatro edades: la Primitiva representada por las rocas cristalinas que forman el núcleo de las montañas; la Secundaria caracterizada por la formación de rocas sedimentarias; la Terciaria en la que se depositaron sedimentos no consolidados y la era Volcánica, caracterizada por la formación de rocas ígneas extrusivas.

De estos términos el único que se sigue utilizando en los sistemas actuales de nomenclatura cronológica es "Terciario", y es necesario aclarar que ninguna de las etapas que se proponen

para la formación de las partes de la corteza terrestre se ubican en un marco temporal concreto o absoluto y sólo se habla de edades relativas sin mencionar una posible magnitud del tiempo.

En 1775, Abrahán Werner, uno de los maestros de Geología más influyentes y persuasivos de Europa, propone la teoría neptuniana, la cual fue aceptada rápidamente y que aún en nuestros días es de gran interés, ya que muchas interpretaciones estratigráficas presentan vestigios de ella. Para Werner, durante su origen, la Tierra consistía de un núcleo sólido cubierto totalmente por un océano primitivo y nebuloso que contenía en solución elementos y minerales que se depositaron concéntricamente y ordenadamente formando las capas de la corteza. Tomando como base las divisiones propuestas por Arduino, Werner postuló que cada capa

concéntrica poseía un tipo de roca particular. Por ejemplo, señaló que todos los tipos de granito se habían depositado en la Era Primitiva.

Las divisiones hechas por Lechmann, Arduino y Werner representan las primeras dataciones relativas que se hicieron sobre los eventos que formaron la corteza terrestre. A la vez esas dataciones fueron utilizadas para establecer un orden aparente en la sucesión de la vida sobre la Tierra. Esta sin embargo se explicada todavía a partir de postulados creacionistas que incluso utilizan los datos sobre las características de la Tierra, el orden de los estratos y la existencia de eventos geológicos catastróficos para apoyar o postular ideas religiosas como la del Diluvio Universal.

El origen de todos los seres vivos, en particular, se sigue explicando a partir

de una creación divina pero dado que el registro geológico demuestra la existencia de variedad de formas orgánicas características de cada nivel estratigráfico de la corteza terrestre, se postula que Dios ha experimentado repetidas veces sus actos de creación y destrucción de biotas completas por medio de catástrofes naturales.

A finales del siglo XVIII el geólogo escocés James Hutton puso en tela de juicio la teoría werneriana, así como a algunas doctrinas remanentes del medievo. Sus observaciones sobre diversos aspectos geológicos de Escocia lo llevaron a postular que los procesos naturales que se observan en el presente, como la erosión, deposición, vulcanismo y otros, actuando a lo largo del tiempo son suficientes para explicar los principales rasgos de la superficie terrestre. Lo novedoso de su teoría es que excluye a procesos catastróficos y es acorde al pensamiento de su época que intenta encontrar un orden matemático en la naturaleza. Su teoría, conocida como uniformitarismo, recuerda ideas presocráticas y contempla a la Tierra como una máquina, con un ciclo casi infinito, que con diversidad de fuerzas dinámicas eleva montañas desde los océanos, crea volcanes o cambia los rasgos de la corteza con la erosión. Las ideas de Hutton se resumen en sus palabras "... desde lo alto de la montaña hasta las costas oceánicas, todo se encuentra en constante cambio,... la Tierra posee un estado de crecimiento y de acrecentamiento;... y así este mundo es destruido por una parte pero vuelto a construir por otra".

Las brillantes ideas de James Hutton como muchas otras que se han expuesto por primera vez en un tiempo en que el ambiente cultural o científico no es el adecuado o son expuestas por un naturalista sin influencia académica, fueron ignoradas por la mayoría de sus contemporáneos. Sin embargo sus ideas sirvieron de base a los natura-

listas de las generaciones siguientes, favoreciendo que la escala de tiempo se desarrollará durante el siglo XIX. Trabajando de manera independiente numerosos geólogos, biólogos, químicos y otros científicos, desarrollaron diferentes esquemas para subdividir el registro de la historia de la Tierra.

Las ideas catastróficas, con sus implicaciones sobre la historia de la Tierra y la vida, en el siglo XIX se enfren-

tan a un cambio radical. Sobresale en gran medida Charles Lyell, inglés de gran influencia académica quien publica entre 1830 y 1833 su libro *Principles of Geology*, considerado como la raíz de la geología moderna. En esta obra Lyell combate acaloradamente las ideas catastróficas, expone y ejemplifica las ideas de Hutton, y propone una historia de la Tierra en la que el uniformitarismo de Hutton es acompaña-

EL CALENDARIO CÓSMICO

31 de diciembre

Origen del <i>Proconsul</i> y del <i>Ramapithecus</i> , probables ascendientes del simio y del hombre.	- 13.30
Aparición del primer hombre.	- 22.30
Uso generalizado de los útiles de piedra.	23.00
El hombre de Pekín aprende a servirse del fuego.	23.46
Empieza el último periodo glaciár.	23.56
Pueblos navegantes colonizan Australia.	23.58
Florece el arte rupestre en toda Europa.	23.59
Invencción de la agricultura.	23.59.20
Cultura neolítica. Primeros poblados.	23.59.35
Primeras dinastías en Sumer, Ebla y Egipto.	
Grandes avances de la astronomía.	23.59.50
Invencción del alfabeto. Imperio Acadio. Babilonia y los Códigos de Hammurabi. Egipto: imperio medio.	23.59.52
Metalurgia del bronce. Cultura micénica. Guerra de Troya.	
Cultura olmeca. Invencción de la brújula.	23.59.53
Metalurgia del hierro. Primer Imperio Asirio.	
Reino de Israel. Los fenicios fundan Cartago.	23.59.54
La India de Asoka. China: dinastía Chi'n.	
La Atenas de Pericles. Nacimiento de Buda.	23.59.55
Geometría euclidiana. Física de Arquímedes.	
Astronomía ptolomaica. Imperio romano. Nacimiento de Jesucristo.	23.59.56
La aritmética india introduce el número cero y los decimales.	
Caída de Roma. Conquistas musulmanas.	23.59.57
Civilización maya. China: dinastía Sung. Imperio bizantino.	
Invasión mongólica. Las cruzadas.	23.59.58
La Europa del Renacimiento. Viajes de descubrimiento de los países europeos y de la dinastía china de los Ming.	
La ciencia y el método empírico.	23.59.59
Formidable expansión de la ciencia y de la tecnología.	
Universalización de la cultura. Adquisición de los medios de autodestrucción de la especie humana. Primeros pasos en la exploración planetaria mediante vehículos espaciales.	Tiempo presente: Primer segundo del
y en la búsqueda de seres inteligentes en el espacio extraterrestre.	Año Nuevo.

do por un ritmo de cambio constante y gradual, donde no solo los paisajes de la superficie se crean y destruyen cíclicamente, sino que también las formas de vida surgen, desaparecen y vuelven a aparecer acompañando al cambio ambiental. Las ideas de Lyell enmarcan un pasado y un futuro infinitos para la historia de la Tierra y una ciclicidad que lleva al extremo al postular que las condiciones del pasado se repetirán con exactitud en el futuro. Por ejemplo propone que las biotas antiguas, que se observan a partir del registro fósil, reaparecerán sobre la Tierra en el momento en se repitan las condiciones ambientales bajo las que vivieron. Esta última idea en particular es duramente criticada y caricaturizada por sus contemporáneos. Sin embargo el trabajo global de Lyell hace pensar en una edad para nuestro planeta, mucho mayor a las propuestas por las doctrinas religiosas, aún dominantes, y

es acompañada por una serie de estimaciones acerca de la edad de la Tierra obtenidas por diferentes métodos. Por ejemplo, Kelvin propuso una edad para la Tierra de alrededor de 24 millones de años. Para ello se basó en un hipotética tasa de enfriamiento del planeta, desde su formación hasta el presente, y la comparó con las velocidades de enfriamiento que observó en diferentes cuerpos esféricos con los que había experimentado. Otras estimaciones sobre la edad de la Tierra, se llevaron a cabo tratando de calcular las velocidades de diversos procesos geológicos, como las tasas de deposición de sedimentos en distintas cuencas o las posibles tasas de concentración y acumulación de sales en los océanos. Estos intentos dieron origen a estimaciones muy variables sobre la edad de la Tierra.

Paralelamente a la concepción de un tiempo geológico de gran magni-

tud, los naturalistas acumularon una enorme cantidad de datos sobre las características de los seres vivos. Las observaciones sobre los patrones de distribución de las especies, sus relaciones intraespecíficas e interespecíficas, el análisis del registro fósil y otros factores, llevan a Darwin y Wallace a concebir la Teoría de la Evolución por medio de la Selección Natural, postulando (Darwin en particular) un proceso de cambio lento, gradual y continuo en las especies. Con ello se enlaza irreduciblemente la historia de la vida sobre la Tierra con una concepción del tiempo de gran magnitud.

Un reloj geológico

En 1896 Henry Becquerel descubrió la radioactividad y durante los siguientes quince años se desarrollaron los mecanismos de medición de edades de las rocas a partir de elementos radiactivos. Así, en 1911 se publicaron las primeras estimaciones sobre la edades de las rocas pertenecientes a diferentes periodos geológicos los cuales fueron obtenidas con métodos radiométricos por el químico estadounidense B. Boltwood.

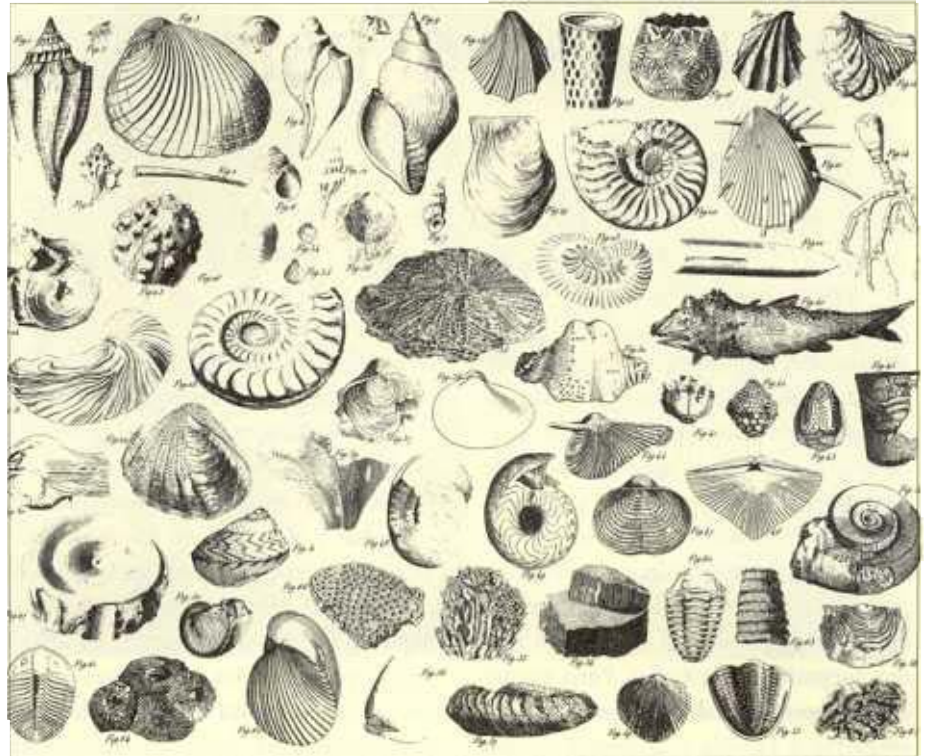
Con el mismo método, la edad de la Tierra, que es de más de 4 500 millones de años se obtuvo a principios del siglo XX, y al presente se conoce con relativa exactitud la edad de los diferentes estratos que conforman la corteza terrestre. Se tiene como principales datos, emanados del registro fósil y dataciones radiométricas que:

- hace alrededor de 3 400 m.a. la vida surge en la Tierra;
- los primeros eucariontes aparecen hace 1 200 m.a.;
- los metazoarios alrededor de hace 670 m.a.;
- la gran radiación de organismos con concha hace 600 m.a.;
- los primeros cordados entre 490 y 510 m.a.;



- las primeras plantas terrestres y los primeros vertebrados mandibulados 440 m. a.;
- los primeros peces cartilaginosos y los peces óseos a mediados del Devónico (alrededor de hace 360 m.a.);
- los primeros anfibios a finales del Devónico (345 m.a.);
- los primeros reptiles durante el Carbonífero (280 m.a.);
- los primeros mamíferos durante el Triásico (225-190 m.a.);
- las aves durante el Jurásico Superior (130 m.a.);
- las primeras angiospermas y los primeros mamíferos placentarios durante el Cretácico (120-65 m.a.);
- los primeros primates durante el Paleoceno (50-65 m.a.);
- los primeros homínidos durante el Plioceno (hace 7 m.a.) y el hombre aparece como especie hace alrededor de 40 000 años.

Hasta 1970, todos los conocimientos implicados en el párrafo anterior eran concebidos como producto de un proceso lento, gradual y continuo, respondiendo a los postulados de la teoría de la evolución neodarwinista y al uniformitarismo geológico, en un marco temporal de gran magnitud. Las ideas catastróficas, geológicas o biológicas, los saltos evolutivos y en general los procesos rápidos de cambio ambiental u orgánico son mal vistos y discriminados. En ese año, la publicación del texto de Stephen Jay Gould y Miles Eldredge en el que proponen la Teoría del Equilibrio Puntual o Teoría de la Evolución por Equilibrios Intermitentes provoca una ruptura en el pensamiento evolutivo y en general sobre la concepción de la historia de la vida. Basándose en las características del registro fósil postulan que las tasas de cambio evolutivo sólo se observan durante las etapas de especiación. La historia de las especies es caracterizada por la existencia de largos periodos de estasis morfológica, durante la cual las especies permanecen prácticamente inmutables, con breves



periodos durante los cuales ocurren los procesos de especiación o de radical modificación morfológica. En esta teoría la magnitud del tiempo geológico, a pesar de su inmensidad, es insuficiente para explicar la evolución orgánica a través de un proceso gradual. Paralelamente, al interior de el desarrollo la geología moderna, la teoría de la Tectónica de Placas, la observación de procesos catastróficos, como vulcanismo, maremotos o choques de meteoritos contra la Tierra, los cuales provocan cambios radicales en los rasgos de la superficie terrestre y en las condiciones ambientales, han contribuido también a romper la idea del cambio geológico gradual y constante, postulado básico del uniformitarismo.

La importancia de la exactitud

Durante la historia cultural del hombre, el tiempo ha representado un concepto que ha motivado el desarrollo de grandes controversias en diversas áreas de la filosofía y la ciencia, existiendo opiniones que le otorgan un carácter

totalmente abstracto y otras en donde el tiempo es caracterizado con leyes o principios físicos y matemáticos. Este último punto de vista tiene una historia y es producto de la interacción de una serie de áreas del conocimiento científico, que a lo largo de la historia de las civilizaciones, han producido ideas, teorías, técnicas y la recopilación de una enorme cantidad de observaciones que han determinado que el tiempo sea un parámetro en el cual se enmarca a la mayoría de los fenómenos naturales, geológicos o biológicos. Conocer la historia global de la Tierra, enmarcarla en parámetros temporales exactos, representa para el hombre encontrar la verdad sobre el origen y evolución de nuestro planeta, los principales rasgos de la vida, de la diversidad de organismos que se conocen hoy día y los que existieron en el pasado, así como comprender con ello el origen de nuestra propia especie. ●

Francisco Sour Tovar: Museo de Paleontología Facultad de Ciencias, UNAM