

Paleontología ¿Quo vadis ?

Juan Manuel Usera Mata

Los primeros tiempos

Tenemos evidencias de que en el antiguo Egipto, los fósiles, como objetos singulares, habían atraído la atención de sus habitantes y por ello los utilizaban para señalar caminos o marcar puntos de especial interés. También se conocen restos de troncos de Cicadales del Carbonífero que fueron incorporados junto a otras ofrendas, en sus templos, por los etruscos, hace ya más de 2.500 años, tal como aparecen en algunos yacimientos de Bolonia.

No obstante, fueron los griegos los que nos han hecho llegar, a través de sus escritos, las primeras apreciaciones razonables sobre el significado de los fósiles (Edwards, 1976).

Durante el siglo VI a.C. tenemos noticias de que Xenophanes observó las impresiones sobre las rocas de las montañas del interior de la isla de Paros, de pequeños peces y también de conchas de animales marinos. Podemos añadir las referencias de Pitágoras (580-495 a.C.) y de Xantus de Sardis sobre la presencia de conchas en el interior de rocas sedimentarias y la interpretación de este hecho, como que en un momento de la historia de la Tierra aquellas regiones estarían sumergidas bajo el mar. Del mismo modo hay referencias por parte de Herodoto (484-425 a.C) de la presencia de conchas de organismos marinos en zonas interiores de Egipto y su conclusión de que aquella zona habría estado cubierta por el mar en un tiempo pasado.

Aunque podría parecer que estas apreciaciones sobre los fósiles tendrían que haber servido para la construcción de una teoría racional sobre la naturaleza de los mismos, los posteriores escritos de Teophrastus de Lesbos (368-284 a.C.) discípulo de Aristóteles, solo aportaron confusión sobre la naturaleza de los fósiles, al proclamar que estos se habían producido como consecuencia de un soplo plástico emanado del interior de la Tierra.

Plinio el Viejo (23-79 a.C.) y muchos de sus sucesores comienzan a desarrollar unas nuevas teorías basadas en supersticiones entre las cuales cabe mencionar la atribuida a los dientes fósiles de tiburones que eran tratados como lenguas de serpientes petrificadas y conocidas con el nombre de *Glossopetrea*. De esta manera, las ideas de Herodoto son abandonadas y estas nuevas durarán cientos de años.

Durante la Edad Media muchos fósiles son reconocidos por su semejanza con plantas y animales, pero estableciendo su origen a partir de fuerzas externas, la *vis plastica* que actuaría sobre las rocas produciendo morfologías similares a organismos. No obstante existen excepciones en este periodo, como la del filósofo Avicena (980-1037) cuando al comentar sobre la influencia de las aguas marinas en el origen de las montañas, advierte la presencia de restos de animales acuáticos y otros animales en estas regiones montañosas.

Concepciones que se apartaron en cierta manera del pensamiento aristotélico general

son las de Alejandro Magno (356-323 a.C.9, Girolano Savonarola (1452-1498) y Agricola (Georg Bauer, 1494-1555), el padre de la Mineralogía y de la Metalurgia, siendo el primero en utilizar la palabra fósil en el sentido en que lo aplicamos en la actualidad, describiendo los ejemplares, pero sin figurarlos (Edwards, 1976)

Esta situación perduró durante siglos, propiciando situaciones dramáticas como la sucedida en la Universidad de Würzburg, Alemania. Johan Beringer (1667-1740) profesor de esta Universidad descubrió en los alrededores de la misma una serie de “fósiles” que representaban conchas, plantas, insectos, pájaros, símbolos astrológicos, etc.. Se especula si los autores de estos fósiles fueron sus alumnos o algún colega rival de la propia Universidad. Beringer se resistió a la evidente falsedad de sus hallazgos y publicó en 1726 un extenso trabajo bajo el título *Lithographie Wirceburgensis*.

No obstante, dentro de este mundo científico cabe destacar figuras tan brillantes como Leonardo da Vinci (1452-1519) que interpretó de manera natural y precisa la presencia de conchas de fósiles en las montañas de Italia, identificándolos como restos de antiguos organismos que vivían en los mares que cubrían esas áreas en épocas pasadas.

Con posterioridad Nicolas Steno (1638-1686) demostró la naturaleza orgánica de las *Glossopetrae* comparando estos elementos, tenidos como lenguas de serpientes petrificadas, con los dientes de los tiburones.

La utilización de los primeros y rudimentarios microscópicos sirvió, a un contemporáneo de Steno, Robert Hooke (1625-1703) para comparar las estructuras celulares de los troncos de las plantas actuales con las de los troncos fósiles y también las microestructuras de las conchas de moluscos fósiles con las de sus equivalentes actuales. Este investigador es al parecer el primero en utilizar la palabra *extinción* en el sentido de desaparición de especies. Esta expresión será ampliamente discutida durante el siglo XVIII.

No obstante, y en pleno Renacimiento, Conrad Gesner (1516-1565) da fin a su libro sobre Objetos fósiles (Gesnerus, 1565-66), momento en el que para algunos estudiosos de la Ciencia (Rudwick, 1972) se considera como el punto de partida de la historia de la Paleontología.

Si analizamos el contenido de la obra de Gesner podemos apreciar, en primer lugar que el significado de la palabra *fósil* ha cambiado de forma notable con el paso del tiempo. Etimológicamente fósil proviene de la palabra fodere, que significa escavado, por lo que desde Aristóteles hasta Gesner, cualquier objeto desenterrado o sobre la superficie de la tierra, podía ser considerado como un fósil.

En el libro de Gesner es posible reconocer en sus ilustraciones, dentro de una amplia variedad de objetos, algunos de los que en la actualidad consideramos como auténticos fósiles, restos de organismos, entre otros de diferente naturaleza

Debemos considerar, no obstante que dentro de este gran conjunto de objetos clasificados como fósiles, algunos de ellos tenían grandes semejanzas con organismos actuales, lo cual facilitaba la labor de asignarlos a restos de organismos. Otros como las gemas, minerales o rocas de utilidad en la construcción, se separaban fácilmente de los anteriores. Sin embargo se reconoce un grupo intermedio formado por fósiles mal conservados o pertenecientes a grupo de organismos ya extinguidos, o también huellas de actividad orgánica que hoy conocemos con el nombre de *icnofósiles*, que serían

difíciles de clasificar .

Con el paso del tiempo los naturalistas de la época procedieron a la separación de aquellos fósiles que presentaban semejanzas morfológicas con organismos actuales- fósiles organizados- de aquellos otros objetos excavados que diferían notablemente de los anteriores.

Algunos de aquellos objetos que no podían clasificarse en ninguno de los grupos anteriores, pasaron a engrosar un apartado que persiste en la actualidad, conocido con el nombre de *Problemática*.

No es hasta el siglo XIX cuando la palabra fósil adquiere el significado con el que la utilizamos actualmente.

La muerte de Gesner en Zurich durante una epidemia de peste, impidió que se publicase una gran parte de su trabajo, una extensa obra bajo el título de *Historiae Animalium*, del que solo aparecieron cuatro volúmenes.

Volviendo a su libro sobre objetos fósiles, uno de los mayores méritos del mismo es la utilización sistemática de ilustraciones, acompañados de los nombres en latín, griego y alemán, de cualquier objeto que describía.

La presencia de las ilustraciones permitía a otros naturalistas, comparar sus ejemplares con los de la monografía de Gesner.

El empleo de ilustraciones no fue una novedad para su tiempo, pero sí para los trabajos de Historia Natural. Aunque las xilografías no permitían un gran detalle en las ilustraciones, el avance en cuanto a la interpretación y observación de los objetos descritos fue muy significativo. Las posteriores técnicas de grabado en cobre, mejorarían las ilustraciones y permitirían un mejor tratado de las sombras y de los relieves.

Otra de las aportaciones de esta gran obra, fue la creación de una gran colección de especímenes que debieron ser clasificados y ordenados para poder compararlos en cualquier momento con los dibujos.

Museos y colecciones de Historia Natural tuvieron un gran desarrollo durante el siglo XVI y posteriores, debido sobre todo al espíritu de coleccionismo en donde compartían espacio objetos de todo tipo, en muchas ocasiones acumulados sin una ordenación previa.

Otro de los aspectos que favoreció el estudio de los fósiles y el desarrollo de la Paleontología fue la intensa correspondencia que mantenían los naturalistas del Renacimiento. Dado que los viajes eran aventuras largas y no muy seguras, la correspondencia entre académicos resultaba una forma idónea para el intercambio de ideas en cualquier rama del conocimiento.

El contacto frecuente con otros colegas, la creación de los gabinetes y museos donde almacenar y ordenar objetos y las nuevas publicaciones con láminas en donde se figuraban los objetos descritos, son las grandes aportaciones de Gesner.

No debemos olvidar que el pensamiento neoplatónico del siglo XVI proponía una explicación a la semejanza de algunos objetos fósiles con los organismos vivos. Esto es, muchos fósiles imitarían la forma de organismos, volviendo de nuevo a la “fuerza

modeladora” o “vis plastica”.

Los trabajos posteriores de Nicolaus Steno (1638-1686), Robert Hooke (1635-1703), ya mencionados y de Agostino Silla (1639-1700) durante el siglo XVII comienzan a sentar las bases de la naturaleza orgánica de alguno de aquellos fósiles.

Se plantea si el parecido entre los objetos fósiles y sus semejantes como organismos vivientes, es solo fortuita, y al mismo tiempo se nos abre el problema de las extinciones, punto este último, bien desarrollado por Hook al comparar las conchas de los Ammonites extinguidos con las del *Nautilus* actual.

Las objeciones presentadas por John Ray (1627-1703) sobre la posición de algunos de estos fósiles encontrados en rocas muy por encima del nivel del mar, o como habían quedado incluidos en el interior de las rocas, crearon una gran controversia entre los naturalistas del siglo XVII y XVIII.

El concepto de evolución de las especies nos lleva también a una problemática no menos importante, que es el intento de establecer la historia y momento de creación del mundo. Para ello y dentro de las restricciones en conocimientos del siglo XVII, el arzobispo de Armagh, James Ussher (1581-1656), utilizó los cocimientos de la época del cálculo astronómico, el calendario hebreo y los registros extrabíblicos para determinar la posible fecha del origen del mundo. Esta, según sus conclusiones, fue la noche anterior al domingo 23 de octubre del año 710 del calendario Juliano, o lo que viene a ser lo mismo, el 4004 antes de Cristo

Hasta mediados del siglo XVIII el Diluvio siguió siendo casi el único agente causal razonable para defender el origen orgánico de los fósiles. Fue el mas grande naturalista de este siglo George Bufón (1707-1788) el que insiste en sus trabajos en buscar causas basadas en la regularidad newtoniana. En 1778 y bajo la inspiración de Leibniz publica su obra *Des Epoques de la Nature*, en donde, basándose en una serie de experimentos sobre el enfriamiento de modelos refractarios del globo terrestre, llega a la conclusión de que serían necesarios decenas de miles de años, aún suponiendo que serían necesarios millones, para que se hubiesen depositado todos los estratos observados. Las siete épocas en que Bufón dividió la historia de la Tierra, podían adaptarse, si no en el tiempo, si en la forma a la versión de la Biblia (Rudwick, 1972).

La lectura el día 21 de enero de 1876 del trabajo de Georges Cuvier (1769-1832) sobre los elefantes actuales y fósiles, sirvió para presentar de una forma clara y detallada la evidencia de las extinciones.

El debate que surge a partir de este momento es establecer el mecanismo de estas extinciones.

Se crea en esta época el Museo Nacional de Historia Natural, en París y se dota de 12 cátedras, destacando entre su profesorado Barthélemy Faujas (1741-1819) como profesor de Geología, Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), como profesor de invertebrados insectos y gusanos, Etienne Geoffroy Saint Hilaire (1772-1844), de Zoología de vertebrados y Georges Cuvier de Anatomía comparada. En este contexto Cuvier desarrolla sus ideas basándose en el concepto de que la forma y la función de cada una de las partes de un organismo estaban conectadas con todas las demás. Según sus conclusiones, las especies eran unidades reales y estables del mundo animal, encarnando cada una de ellas un modo de vida diferente (Rudwick, 1972). Son de este

tiempo sus estudios sobre el *Megatherio* encontrado en Paraguay o el *Mastodon* americano y su opinión de que correspondía a una nueva especie.

La utilización por parte de Cuvier de la palabra “revolución” para describir la serie de cambios a los que habría estado sometida la Tierra, parecía indicar que habría existido un mundo o varios mundos anteriores al presente, destruidos por sucesivas catástrofes.

Las cuestiones más importantes que se plantearon en este momento era si las especies habían sido destruidas, si se habían modificado o si habrían migrado a otras localidades.

Lamarck, perteneciente a una generación científica anterior, no creía que una especie evolucionase transformándose en otra, más bien, que las propias especies eran irreales.

El enfrentamiento de opiniones entre Cuvier y Lamarck se saldó después de la observación de los ejemplares que se enviaron a París, desde Egipto en la expedición militar francesa. Se recibieron en el Museo una gran cantidad de animales momificados. Después de su estudio se concluyó que estos ejemplares eran exactamente iguales a las especies vivientes. El resultado estuvo a favor de la estabilidad orgánica de Cuvier y en contra del flujo orgánico de Lamarck.

La cooperación de Alexander Brongniart (1770-1847) en el estudio de la región de París permitió construir el contexto geológico y estatigráfico donde se situaban todos los fósiles de Cuvier. La identificación de los fósiles permitió la correlación de estratos a grandes distancias, de forma similar a lo realizado por William Smith (1769-1839) en el Secundario de Inglaterra.

No obstante, el análisis de los fósiles encontrados por Cuvier y Brongniart aportó también información sobre los ambientes en que aparecían estos fósiles y permitió establecer una secuencia de alternancias de medios marinos y continentales en los terrenos terciarios e la Cuenca de París.

Nuevos trabajos realizados ahora sobre estratos de la Era Secundaria propiciaron nuevos fósiles, esta vez de grandes esqueletos de vertebrados como el *Mossasaurio*, *Iguanodon* o *Ictyosaurio*. Al mismo tiempo, se desvela que el famoso “Hombre testigo del Diluvio” es solo un anfibio, de gran tamaño

Los grandes avances en el estudio de las floras fósiles llevados a cabo por Schlothien (1764-1832) en el Carbonífero de Turingia, y sobre el mismo tema, pero con una aplicación clara a la estratigrafía, fueron realizados por Adolphe Brongniart (1801-1876). Su obra más conocida *Prodrome d'une histoire des vegetaux fósiles* (Brongniart, 1828) es un resumen de su investigación sobre plantas fósiles de diferentes edades geológicas. Según este trabajo, podían diferenciarse cuatro periodos diferentes en el desarrollo de las plantas, separados por discontinuidades, dentro de los cuales los cambios se producían de manera más gradual.

Hacia 1830, después de varias décadas de investigación, la escala geológica estaba ya establecida. Los estratos se caracterizaban por un conjunto de fósiles que permitían su correlación y que demostraban a grandes rasgos que la historia de la vida había sido la misma en todas las partes del globo.

Otra figura clave en el desarrollo de la Geología y la Paleontología de la época es

Charles Lyell (1792-1871), contrario a las teorías diluvianas de su profesor Buckland (1784-1856) en Oxford. La publicación de sus *Principles of Geology* (1830-3) supuso un desafío a los principios establecidos y obligó a los geólogos de la época a revisar sus conceptos. Sus investigaciones en el Terciario de la zona central de Francia le confirmaron en la idea de que los mecanismos graduales en Geología, podrían aplicarse también a la Paleontología, con la sustitución gradual de unas faunas por otras a través del tiempo.

La lectura por Charles Darwin (1809-1882) de los *Principles* durante su viaje en el Beagle, sirvieron para proporcionar explicaciones a muchos de los fenómenos que observó durante su largo periplo a través de océanos y continentes, aunque en algunos aspectos, desarrollados con posterioridad mostró ideas bien diferentes.

Así a mediados del siglo XIX habían quedado establecidas las grandes líneas del registro fósil, no muy diferentes a las de la actualidad.

El planteamiento de una teoría evolutiva a partir de toda esta información paleontológica y con el soporte de la Estratigrafía, desarrollada en gran parte de Europa, dio como resultado algunas publicaciones como la de Robert Chambers (1802-1871), conocida popularmente como *Vestiges*, que tuvo una gran aceptación popular, muy en contra de la opinión de los científicos de la época, que veían en el libro de Chambers, cuestiones hace ya tiempo superadas.

El gran anatomista y paleontólogo Richard Owen (1804-1892) destacaba el componente de la adaptación y el diseño puestos de manifiesto en la estructura y función de cada organismo. Sus propuestas sobre los Arquetipos y su programa que llevaba hacia su culminación en el Hombre, supusieron para él el verdadero plan de la naturaleza.

La lectura en 1858 en la Sociedad Linneana del trabajo conjunto de Darwin y Wallace (1823-1913), supone la exposición pública de la teoría de la selección natural, que con posterioridad se completaría con el voluminoso trabajo sobre el Origen de las especies.

Muchos de los descubrimientos de la época, en diferentes partes de la Tierra, parecían confirmar esta idea de la evolución.

Las excavaciones de Albert Gaudry (1827-1908) en el Mioceno de Pikermi (Grecia), con su descubrimiento del *Hipparion* de características similares a nuestros caballos actuales, o el descubrimiento de *Archaeopteryx* en las calizas jurásicas de Solnhofen, en Babiera con su larga cola, y sus mandíbulas dentadas como rasgos reptilianos, nos acercan a una nueva interpretación del registro fósil.

La búsqueda de eslabones perdidos y el establecimiento de árboles genealógicos, han sido durante años la tarea primordial de los paleontólogos de mediados del siglo XIX y XX.

Paleontología hoy

Los tratados de Paleontología del pasado siglo contienen la tradición sistemática y solo alguno de ellos muestra otras tendencias que tienden a incluir aspectos sobre Paleoecología o Paleobiogeografía. (Aguirre, 1989). Los progresos de la Genética a comienzos del siglo XX supone la disminución del protagonismo de la Paleontología en el desarrollo de la Teoría de la Evolución, que hacia los años treinta queda encuadrada en la Teoría Sintética, no aceptada por todos los investigadores .

Algunos de los aspectos que se han ido incorporando a esta nueva Paleontología, son los estudios sobre morfologías teóricas y sus consecuencias sobre el valor adaptativo. Los resultados en donde la utilización de computadores ha ayudado en gran manera a perfeccionar estos estudios, ha generado también amplias discusiones.

La Taxonomía, muy ligada todavía al sistema Linneano en donde las categorías taxonómicas se jerarquizan, ha sido cuestionada por algunos autores, como Mayr (1963).

La introducción del análisis multivariante en Taxonomía y Filogenética está permitiendo evitar el subjetivismo y la dispersión de taxones

La Biología molecular y la Citogenética aplicada sobre todo a la Paleontología humana ha constituido una buena herramienta para la construcción de filogenias. Los modernos árboles filogenéticos construidos con las reordenaciones de bandas de cromatina en cada cromosoma, están siendo aplicadas con éxito.

Una nueva puerta abierta a los estudios paleobiológicos en los últimos años ha sido el empleo de los rayos X y de las tomografías para la reconstrucción y observación de la zona interna de los fósiles, sin proceder a su destrucción.

La detección de isótopos estables o inestables en los esqueletos de los organismos fosilizados ha servido para situar en el tiempo estos restos, basándose en los períodos de semidesintegración de los isótopos inestables, y como indicadores paleoclimáticos algunos de los isótopos estables. La presencia de estos elementos en concentraciones elevadas está permitiendo establecer posibles extinciones ligadas a la llegada de cuerpos extraterrestres que al impactar con la Tierra podrían haber causado grandes catástrofes climáticas en algún momento de su historia.

Por su parte, el uso del microscopio electrónico ha proporcionado una gran cantidad de información sobre la microestructura, procesos de crecimiento, etc. de los esqueletos tanto externos como internos de organismos fosilizado, y también la observación de aquellos que por su reducido tamaño apenas eran conocidos en el siglo pasado.

La utilización de los fósiles en la escala estratigráfica

Los trabajos que ya iniciaron en su momento William Smith y Adolphe Brongniart, se han mejorado en cuanto a la precisión de los datos añadiendo a la escala biocronológica observaciones más precisas sobre el momento de aparición y desaparición de las especies y sus momentos de máxima abundancia asociado a unas condiciones ambientales óptimas. Estos nuevos resultados han permitido que en el Paleozoico las divisiones más frecuentes sean de aproximadamente 12 millones de años; en el Mesozoico de 6,9 millones de años y en el Cenozoico de 1,2 millones de años. La utilización de la Geoquímica facilita también la tarea de precisar la edad de las rocas donde está incluidos los fósiles por medio del estudio de algunos isótopos del Uranio, del Potasio o del Carbono

Utilidad de los fósiles y disciplinas asociadas

Otros aspectos que se han desarrollado en los tiempos actuales es el estudio tafonómico de los restos fósiles, desde el proceso de producción del fósil hasta sus cambios dentro del propio proceso de fosilización (Efremov, 1940; Fernández-López, 1984).

La utilización de los fósiles para determinar los ciclos climáticos a lo largo de la historia de la Tierra ha sido un complemento importante a la información aportada por otras fuentes, como la Sedimentología, la Geoquímica y la Geodinámica.

Las grandes glaciaciones, conocidas desde hace unos 2.300 millones de años han modificado de forma apreciable las condiciones ambientales, alternando largos períodos de ambientes cálidos, como sucedió durante la Era Secundaria, con momentos de aparición de casquetes polares como en el momento actual. Estos trabajos fueron iniciados en los años cuarenta del siglo pasado, basándose en los principios del actualismo.

La extensión de los arrecifes coralinos en distintas épocas de la historia de la Tierra, puede ser utilizada para determinar la extensión de las franjas tropicales y su oscilación latitudinal.

La utilización muy extendida del polen fósil por una comunidad científica muy definida, ha permitido obtener, mediante diagramas polínicos, las variaciones climáticas locales, muchas veces ligadas a poblamientos humanos y otros momentos geológicamente recientes.

El análisis de los isótopos de Oxígeno 18 y 16 utilizado desde mediados del siglo pasado ha permitido obtener datos de las variaciones de temperatura a partir de las proporciones de estos isótopos contenidas en los caparzones de organismos marinos.

Del mismo modo se han obtenido datos sobre la salinidad y la productividad orgánica, en algunas antiguas cuencas sedimentarias, basándonos por una parte, en las asociaciones de organismos y por otra en el estudio de las concentraciones de isótopos del Sr y del C que han quedado incluidos en los caparzones.

La Paleocología es otro de los aspectos que más se ha desarrollado en los últimos años, con el estudio de las paleocomunidades a partir de los análisis tafonómicos previos. El tratamiento estadístico de los datos y la aplicación de diferentes índices de diversidad con los que se puede calcular la diversidad específica, la riqueza o la representatividad o dominancia de una especie, de forma numérica, ha permitido correlaciones de ambientes en el tiempo y en el espacio, basándonos en los datos aportados por estos índices.

Dinámica continental y Paleontología.

Es bien conocido que uno de los argumentos de Alfred Wegener (1880-1930) para apoyar su teoría de la Deriva Continental, fueron los de tipo paleontológico, basados en la presencia de determinadas especies que poblarían en un momento determinado de la historia de la Tierra lugares diferentes pero con ambientes similares. Los argumentos utilizados por Wegener fueron la extensión de la flora de *Glossopteris*, un helecho que vivió durante el Pérmico y el Triásico y que colonizó Australia, la Antártida, la India, Madagascar, África del sur y América del sur mientras estuvieron unidas estos continentes. *Mesosaurus* reptil perteneciente a la clase de los anápsidos que habitaba en aguas dulce durante el Pérmico y principios del Triásico en América del sur y el África austral. *Lystrosaurus*, un pequeño reptil tecodóntido que vivió en África, la India y la Antártica durante finales del Pérmico y el Triásico. *Cygnognatus* un reptil terápsido con características similares a los mamíferos, que vivió en el Triásico y que colonizó África y América del sur.

Otra de las grandes aplicaciones de la Paleontología ha sido la determinación de las edades relativas de las rocas en donde se encuentran. Desde los trabajos de Smith o de Bongniart hasta los minuciosos estudios de los micropaleontólogos, los esfuerzos se han centrado en conocer las edades de las rocas con cada vez mayor precisión. Estos modelos han tenido una aplicación inmediata en la localización de los recursos energéticos.

A partir del siglo XX se hizo evidente que para determinar con precisión la edad de los estratos en donde estaban confinadas las bolsas de petróleo, se hacía imprescindible la utilización de un tipo de fósiles que no quedase destruido por las máquinas durante el proceso de perforación del subsuelo. Estos fósiles., los microfósiles, fueron a partir de ese momento ampliamente estudiados por paleontólogos de todas las naciones y nuevos laboratorios ofrecieron sus servicios a las compañías de petróleo.

Aunque no todo fueron beneficios con esta asociación, es cierto, que algunos grupos de protoctistas fueron estudiados con gran intensidad y luego, cuando la sísmica de alta resolución hizo que poco a poco se abandonaran los servicios de los micropaleontólogos, los amplios conocimientos adquiridos fueron aplicados a otros aspectos de la Paleontología, como la Paleoecología, la Paleobiogeografía y otros aspectos relacionados con la Evolución de los organismos.

Los problemas relacionados con los procesos evolutivos y las extinciones siguen presentes en el momento actual.

Es evidente y esto nos muestra con claridad el registro fósil, que han vivido sobre la Tierra innumerables especies, géneros , familias y órdenes de organismos y que en un momento de la historia de nuestro planeta, se extinguieron. Al paleontólogo no solo le preocupa su origen, sino también su desaparición.

Los modelos propuestos son , la extinción gradual, la extinción en masa y la extinción escalonada. Algunos buscan las causas de esta extinciones en procesos internos y otros en agentes geodinámicos o factores extraterrestres. Estos últimos, en la actualidad muy en boga, pretenden ser la causa de al menos dos de las mayores extinciones registradas en nuestra historia: la extinción Permo/Trias y la del Cretácico /Paleógeno (Allaby y Lovelock, 1987).

Otro de los grandes temas en donde está muy involucrada la Paleontología es en la problemática del origen de la vida sobre la Tierra y su posterior evolución.

La investigación de los materiales carbonosos en las cuarcitas de edades superiores a los 3.000 millones de años parece indicar la presencia de estructuras organizadas en aquellos momentos de la historia de la Tierra. Tectónicas, estratígrafos y también bioquímicos, nos han proporcionado una imagen de lo que serían los primeros momentos de aparición de la vida. Organismos sencillos, bacterias desarrolladas en ambientes rigurosos para nuestras concepciones actuales, en los fondos oceánicos, ligadas posiblemente a los contrastes entre las aguas oceánicas y la surgencia de los materiales magmáticos a través de una corteza poco consolidada. La evolución posterior que deja su huella en estructuras estromatolíticas, nos descubre un paisaje cambiante, que necesitará millones de años hasta que podamos reconocer en nuestras aguas nuestros metazoos mas comunes.

El origen y la evolución dl hombre

Los nuevos planteamientos sobre el origen y evolución de los homínidos hay que buscarlos en la mitad del pasado siglo, con los descubrimientos en el Barranco de Olduvai (Leakey et al., 1964). Esta disciplina, llamada actualmente Paleontología Humana y que en un momento de su desarrollo pareció alejarse de la Paleontología es, tal como proponen Arsuaga y Marínez (1989), la moderna Paleoantropología que nos muestrala misma dinámica y el replanteamiento de las viejas cuestiones de la Paleontología

El futuro

El futuro de la Paleontología, a tenor de lo expuesto en este pequeño resumen, estará muy ligado al desarrollo de otras ciencias y también al desarrollo social e intelectual de nuestra sociedad. Los proyectos de investigación tienen unos presupuestos entere 20000 y 100.000 € los menos ambiciosos y son las economías de los estados los principales proveedores de estos fondos.

Crisis económica, conflictos bélicos o desastres naturales han hecho disminuir los recursos y con ellos la investigación en Paleontología y en otras ciencias.

Los métodos de investigación actual son cada día más sofisticados y necesitan de altas tecnologías para poder llevar a cabo nuestra investigación. Análisis geoquímicos y también genéticos se proponen como elementos que contribuirán a apoyar las conclusiones de todos nuestros trabajos.

Los datos obtenidos por los taxónomos será tratados estadísticamente con avanzados programas, para luego ser interpretados y con sus conclusiones avanzar en nuestra moderna Ciencia.

No obstante, para aquellos que todavía ilusionados en el descubrimiento de nuevos fósiles y que mochila a la espalda y martillo en mano se adentran por nuestros montes en busca de huesos de dinosaurios, arrecifes de coral de hace cientos de millones de años, o la capa de Iridio radiactivo del límite entre la Era Secundaria y la Terciaria, para ellos siempre habrá un lugar en la Paleontología, porque ellos seguirán aportando nuevos datos, los que están escritos dentro de las rocas de nuestras montañas y que es necesario arrancar para conocerlos.

Para ellos, para nosotros, siempre nos quedará...Paris.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mi compañero y amigo el Profesor Leopoldo Márquez, por la revisión crítica de este manuscrito.

Referencias

Aguirre, E. 1989. La Paleontología de ayer a hoy. In Aguirre, E. *Nuevas Tendencias. Paleontología*. 1-24

- Allaby, M. y Lovelock, J. 1986. *La gran extinción. El fin de los dinosaurios*. Herman Blume. 226 p.
- Arsuaga, J. L. y Martínez, I. 1989. Paleontología humana: El origen de la humanidad. Registro, progreso y debate. In Aguirre, E.: *Nuevas Tendencias. Paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: 359-379
- Berton, M. J. y Harper D. A. T. 2009. *Introduction to Paleobiology and the Fossil Record*. Wiley-Blacwell. 592 p.
- Brongniart, A. 1828. Prodrome d'une histoire des vegetaux fossiles. *Annales des Sciences Naturelles*, **15**: 225-258.
- Edwards, W. N. 1976. *The early history of Paleontology*. British Museum (natural History). London. **658**. 58 p.
- Efremov, I. A. 1940. Taphonomy: a new branch of Paleontology. *Pan.-Am. Geol.* **74**: 81-93
- Fernández López, S. 1989. la materia fósil. Una concepción dinamicista de los fósiles. In Aguirre, E.: *Nuevas tendencias. Paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: 25-46.
- Gesnerus, C. 1565-6. *DE oni Rerum fossilium Genere, Gemis, Lapidibus, Metallis et huiusmodi, Libri aliquot*. Tiguri
- Leakey, L. S. B. , Tobias, Ph. U. Y napier, J. A. 1964. A new species of the genus Homo from Olduvai gorg. *Nature* **202**: 3-9.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harward University Press. Cambridge. 797 p.
- Rudwick, M. J. S. 1972. *The meaning of fossils: episodes in the history of Paleontology*. University of Chicago , Illinois. 287 p.