

ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS, QUIMICAS  
Y NATURALES DE ZARAGOZA

**LOS FOSILES Y EL PENSAMIENTO PALEONTOLOGICO**

**LA INTERPETACION HISTORICA DE LOS FOSILES**

*DISCURSO DE INGRESO LEIDO POR EL ACADEMICO ELECTO*

**Ilmo. Sr. D. ELADIO LIÑAN GUIJARRO**

*EN EL ACTO DE SU RECEPCION SOLEMNE  
CELEBRADO EL DIA 30 DE NOVIEMBRE DE 1998*

Y

*DISCURSO DE CONTESTACION POR EL*

**Excmo. Sr. D. HORACIO MARCO MOLL**

*PRESIDENTE DE LA ACADEMIA*



ZARAGOZA

1998

ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS, QUIMICAS  
Y NATURALES DE ZARAGOZA

**LOS FOSILES Y EL PENSAMIENTO PALEONTOLOGICO**

**LA INTERPETACION HISTORICA DE LOS FOSILES**

*DISCURSO DE INGRESO LEIDO POR EL ACADEMICO ELECTO*

**Ilmo. Sr. D. ELADIO LIÑAN GUIJARRO**

*EN EL ACTO DE SU RECEPCION SOLEMNE  
CELEBRADO EL DIA 30 DE NOVIEMBRE DE 1998*

Y

*DISCURSO DE CONTESTACION POR EL*

**Excmo. Sr. D. HORACIO MARCO MOLL**

*PRESIDENTE DE LA ACADEMIA*



ZARAGOZA  
1998

Depósito legal: Z. 3.223 - 1998

Imprime:

Sdad. Coop. de Artes Gráficas  
LIBRERIA GENERAL  
Pedro Cerbuna, 23  
50009 Zaragoza

**LOS FOSILES Y EL PENSAMIENTO PALEONTOLOGICO**

**LA INTERPETACION HISTORICA DE LOS FOSILES**

**POR EL**

**Ilmo. Sr. D. ELADIO LIÑAN GUIJARRO**

Excelentísimo Sr. Presidente,  
Excelentísimos e Ilustrísimos Sres. Académicos  
Señoras y Señores

Deseo agradecer a la corporación académica en la figura de su actual presidente, artífice por su tenacidad y paciencia de que este discurso sea hoy una realidad, el alto honor que me ha conferido al proponerme como académico de esta prestigiosa y casi centenaria institución científica. Mi retraso, tal vez excesivo, en pronunciar mi discurso de ingreso no ha sido debido a otros motivos que a los que me confieren mi natural forma de ser que, al magnificar justamente las enseñanzas de nuestros maestros y ponderar los logros alcanzados por nuestra generación subordinándolos a la aportación decisiva de esa pléyade de grandes hombres que nos han precedido en las tareas de proponer nuevas ideas, es consciente del pequeño bagaje con el que me presento hoy en relación con esos hombres brillantes, abnegados, de formación humanista e irrepetibles por las épicas circunstancias de precariedad de medios e incompreensión social en que desarrollaron su callada labor y a los que con toda justicia llamamos y serán siempre nuestros mayores.

Entre estas figuras señeras, se encuentra el insigne naturalista aragonés D. Pedro Ferrando Mas, que fue primer catedrático de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza y académico fundador de esta corporación con la medalla número 12, cuyo puesto tengo la difícil tarea de cubrir y cuya figura glosaré en mi introducción, como es protocolario.

El Profesor Ferrando (Zaragoza, 1879-1966) estudió en la Universidad de Barcelona y en la de Madrid donde se doctoró en Ciencias Naturales. Pensionado en París, a su regreso obtuvo en 1902 la cátedra de Mineralogía y Botánica de la Universidad de Salamanca y, al año siguiente, la de Mineralogía, Botánica y Cristalografía de la Universidad de Zaragoza que se transformaría en la de Geología con nociones de geoquímica. En 1931, obtuvo por concurso la de Biología en la Facultad de Veterinaria, que regentó también hasta su jubilación en 1949.

Miembro fundador de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de Zaragoza desarrolló una meritoria y encomiable labor siendo su secretario, responsable de la biblioteca y presidente de la sección de Ciencias Naturales. Muy preocupado por la labor docente, la complementó con la publicación de un tratado elemental de Zoología en colaboración con D. Celso Arévalo, un tratado de Geología en colaboración con D. Maximino San Miguel de la Cámara y un tratado de Mineralogía general y descriptiva. Sus cuarenta trabajos de investigación sobre cristalografía, mineralogía, tectónica, paleontología, petrología, geoquímica, botánica, zoología, aspectos históricos de la ciencia y varios itinerarios geológicos, dan una idea de su formación humanística, su prolífica labor en los campos más diversos y su talla científica.

Con el tema elegido para esta disertación he pretendido mostrar los valores de la Paleontología en el campo del pensamiento científico, al nivel que es más asequible a la comprensión de los no especialistas, el nivel histórico del conocimiento, con un especial énfasis en la cultura occidental. Con ello, rindo también un merecido homenaje al Profesor Leandro Sequeiros, especialista en Historia de la Paleontología española, amigo, maestro de muchos y fundador de la escuela de Paleontología de la Universidad de Zaragoza.

## LOS FÓSILES Y EL PENSAMIENTO PALEONTOLÓGICO

### La Interpretación histórica de los fósiles

#### 1-Las culturas primitivas. Fósiles, dioses y héroes en mitos y leyendas.

Los datos arqueológicos e históricos disponibles nos indican que, desde tiempos remotos, el hombre primitivo conoció la existencia de los fósiles y se sintió atraído por sus formas animadas, por su naturaleza pétreo y por el enigma de su origen. Su presencia entre los ajuares y pertenencias humanas de numerosos yacimientos arqueológicos lo corrobora. El más antiguo de éstos es, probablemente, el yacimiento musteriense (Paleolítico medio) procedente de una cueva de Arcy-sur-Cure en la Borgoña francesa, de más de cincuenta mil años antes de Cristo (50.000 aC.) donde se hallaron tres fósiles marinos (gasterópodo, braquiópodo y coral) en un estrato de la cueva que con toda probabilidad habían sido reunidos allí por un hombre de Neanderthal (LEROI-GOURHAN, 1971). El hombre de Cromagnon confeccionaba ya hace 35.000 años collares con conchas fósiles de gasterópodos y recogió ammonites trilobites y belemnites hasta el Magdaleniense. También en el asentamiento Paleolítico superior de Gönnersdorf (10.500 aC.) se han encontrado reunidos un diente de tiburón fósil, cuentas de madera fósil, una vértebra de dinosaurio y un hueso petrificado de rinoceronte; todos ellos de procedencias geológicas y geográficas tan dispares que podría explicarse, no sólo por los grandes desplazamientos de los grupos de cazadores, sino quizá por la existencia de algún tipo de comercio tribal. Otros ejemplos más tardíos son los fósiles procedentes de los ajuares de las necrópolis etruscas (siglo XII aC.) del norte de Italia, a veces montados en filigranas, o los neolíticos de Egipto de la época dinástica engarzados en metal, o las conchas fósiles perforadas para su engarce en colgantes que proceden de las necrópolis ibéricas de la edad del Hierro de Gerona (siglo VI aC.).

Sin duda, la visión de estas piedras que figuraban animales y plantas debió estimular la curiosidad y excitar la fantasía del hombre primitivo. Al principio serían apreciadas como objetos ornamentales, pero con el tiempo la imaginación les iría atribuyendo ciertos poderes mágicos hasta ser utilizadas como amuletos para la caza y la protección contra los males, llegando incluso a depositarse en templos como sugieren los molares de *Elephas* hallados en el templo griego de la isla Cos o los fósiles de peces y dinosaurios de los templos budistas de Tailandia, o en algunos templos cristianos conservados hasta el siglo dieciocho (BUFFETAUT, 1992), sirviendo no pocas veces de apoyo a prácticas y creencias religiosas concretas como fueron el empleo de troncos fósiles como totemes por las tribus indígenas de América, o la utilización de los fósiles como ejemplos de castigos divinos en las religiones antiguas o su asignación a reliquias incorruptas de santos en tiempos más actuales, todo lo cual está bien documentado desde el siglo VI aC. Una muestra de estas ideas se encuentra en TORRUBIA (1754, p.83) al recoger la creencia de que los cangrejos fósiles de la isla de Hainán en China, presentes sólo en la parte donde vivió San Francisco Javier, tenían poderes curativos.

Especial importancia tiene la visión de los fósiles en el nacimiento y mantenimiento de diferentes mitos (existencia de antiguas razas de gigantes, despojos de terroríficas batallas, sirenas, dragones, pegasos, cabezudos, unicornios y demás monstruos; y catástrofes pretendidamente universales como diluvios,

plagas, epidemias, etc.) que han conformado el argumento central de las mitologías y de la narrativa histórica.

Esta dualidad mítico-religiosa daría paso, en épocas más recientes, a su empleo e inclusión en la farmacopea euroasiática y americana. Así, los artrópodos fósiles en el siglo XVIII eran utilizados como disolventes de cálculos renales poniéndolos enteros en el agua de beber, mientras los huesos de vertebrados fósiles eran utilizados por los aztecas para hacer infusiones que aliviaban las enfermedades mediante la sudoración (cf. TORRUBIA 1754). En Europa, el agua hervida con ammonites fue utilizada como remedio contra los calambres de las vacas; un trago de agua hervida con belemnites era útil contra las pesadillas, los embrujamientos, las úlceras, las pleuresías, los reumatismos, la limpieza de los dientes y los parásitos del pelo; triturados decían sanar las heridas de los ojos. Los erizos fósiles, considerados como piedras de tormenta o huevos de serpientes petrificados, y que según una tradición eran llevados por los druidas como amuleto y servían, según Plinio, para obtener el favor de los príncipes, eran utilizados contra los envenenamientos. También los fósiles de vertebrados se encontraban y aún se encuentran en los comercios de químicos y farmacéuticos de China y otros países asiáticos donde han venido siendo utilizados como "polvo del dragón" para la preparación de elixires, licores tónicos o para curar, pretendidamente, las enfermedades más variadas; precisamente, su visión a principios del siglo XX por los europeos daría origen a la búsqueda y hallazgo del Sinantropo en Chukutién. En España, los dientes de peces fósiles o "dientes de santo" se colgaban a los niños para acelerar la formación de los primeros dientes, los corales con formas viriles fueron usados como remedio contra la esterilidad, mientras el ámbar fósil, llamado bálsamo de Europa y usado como placebo universal para todo, pretendía entre otras cosas facilitar menstros y partos, e incluso corregir la epilepsia mezclado en polvo con ungüentos.

Singular influjo ejercieron los dientes de tiburón (*glossopetrae*, literalmente lengua petrificada) que fueron relacionados con lenguas de serpientes y a los que se consideró un buen remedio contra el envenenamiento, ya fuese sumergidos en bebidas o bien colgándolos del cuello o de alguna prenda personal. En fin, por concluir esta visión imaginativa, pero no por ello carente de influjo social, PLINIO el Viejo (23-79 dC) destaca su parecido con lenguas humanas que caerían según algunos sabios del cielo durante los eclipses lunares y eran útiles en las empresas amorosas y la selenomanía, lo cual no es de extrañar pues también recoge la creencia de que los ammonites piritizados producían, en sueños, visiones proféticas.

## 2- Los fósiles interrogan al intelecto.

Los datos históricos sugieren que la visión de los fósiles planteó inicialmente tres grandes interrogantes de índole racional, filosófica y científica a la humanidad, a los que las diferentes culturas fueron tratadas de dar respuestas más o menos coherentes con el nivel histórico de sus conocimientos. Las cuestiones que suscitó la presencia de los fósiles fueron las clásicas de:

-¿**Qué** eran?: Es decir si su procedencia era sobrenatural o natural y, en este último caso, si de origen inorgánico u orgánico.

-¿**Cómo** se habían producido? O lo que es lo mismo, qué procesos intervinieron en su formación.

-¿Cuándo se formaron?. En suma, el momento o los momentos históricos en que se produjeron.

Las respuestas dadas por cada cultura en cada época histórica conformaron diferentes teorías como la Teoría Diluvista, Catastrofista, Fijista o Evolucionista, por poner algún ejemplo, y cuya valoración no sólo puede hacerse desde el análisis de los conocimientos geológicos y biológicos históricamente imperantes, sino también de los sociológicos y metafísicos que sirven para explicar el retroceso y avance de las sucesivas ideas.

Para analizar las respuestas que las escuelas del pensamiento histórico fueron dando a estas preguntas y conocer cómo se fueron integrando dentro de los sistemas de pensamiento lógico, vamos a diferenciar seis etapas históricas:

I-El Mundo Antiguo (1.200 aC. al 500 dC.).

II-La Edad Media (500-1300).

III-El Mundo Moderno 1. El Renacimiento (1.300-1600).

IV-El Mundo Moderno 2. El siglo XVII. El nacimiento de la Geología y de la Biología.

V-El Mundo Moderno 3. El Siglo XVIII. Fijismo *versus* transformismo.

VI-El Mundo Moderno 4. El siglo XIX. La Paleontología como Ciencia. El evolucionismo.

### **3- El Mundo Antiguo (1.200 aC. al 500 dC.) o las primeras interpretaciones históricas.**

Las referencias históricas sobre los fósiles formaron parte indisoluble de la visión mitológica, científica y religiosa que sobre la creación del universo tuvieron las culturas más antiguas expresada a través de sus cosmogonías. Junto a erróneas interpretaciones vamos a encontrar ajustadas respuestas sobre el origen y formación de los fósiles en Grecia, a cargo de los filósofos presocráticos.

#### **3a. La cultura egipcia y la escuela presocrática.**

Las referencias escritas más antiguas sobre las ideas que suscitó la visión de los fósiles se encuentran en los escritos de la cultura griega y romana que han llegado incompletos hasta nosotros. De su lectura se deduce que parte de estas ideas debieron provenir originariamente, al menos, de la cultura egipcia. Así, el historiador Heródoto (484-425 aC.) refiere en su obra "Historias" que los sacerdotes egipcios creían que todo el valle del Nilo había sido cubierto por el mar en el pasado porque existían conchas marinas en la montañas adyacentes y cerca del Oasis de Ammon.

Es evidente que también fueron de estas ideas los filósofos presocráticos como Anaximandro (610-547 aC.); Pitágoras (580-500 aC.), citado por Ovidio (43 aC.-17 ó 18 dC.) en "Las metamorfosis"; Jenófanes de Colofón (¿570?-¿480? aC.), citado por Hipólito (siglo III) en su libro *Philosophumena*; Jenofonte (427-355 aC.); y Janthos de Lydia (siglo V aC.), citado por Eratóstenes (276-196 aC.) que es referido a su vez por Estrabón. Todos ellos interpretaron correctamente el origen biológico de las conchas y peces fósiles encontrados en tierra firme en numerosas localidades (Grecia, Malta, Frigia, Libia, Armenia o Egipto), explicándolos, en la mayoría de los casos, como restos de invasiones marinas ocurridas en el pasado. Esta antigüedad está ya patente en el primer presocrático; así, Anaximandro en su obra "Acerca de la Naturaleza" de la que sólo se conservan fragmentos, postuló de acuerdo con las

referencias de Aecio, Plutarco, Censorino e Hipólito que los primeros seres vivos tuvieron formas parecidas a los peces pues nacieron en lo húmedo, envueltos en cortezas espinosas (escamas) y que al crecer se fueron trasladando a partes más secas donde rompieron la corteza viviendo una vida distinta. Concluye diciendo que el hombre, en un principio, nació de criaturas de especie distinta. Anaximandro debe así ser reivindicado como el primer transformista histórico. Estas ideas transformistas serían seguidas por Anaxágoras de Clazomene (500-428 aC.), referido por Hipólito.

Puede considerarse a Estrabón (63 aC.-19 dC.), en su "Historia de la Geografía", como el último representante de esta escuela de pensamiento paleontológico al poner estas interpretaciones en boca de Janto y también al refutar la creencia popular egipcia de que los *Nummulites* (caparazones de protozoos fósiles con forma de moneda o lenteja) eran los restos de la comida de los obreros que construyeron las pirámides, aduciendo que en Anatolia septentrional también existían colinas formadas por las mismas calizas con estos restos, cuyo origen desconocía.

Los restos de grandes vertebrados fósiles, de más difícil asignación taxonómica que las conchas, fueron comunmente relacionados con esqueletos de gigantes. Este es el caso de Empédocles de Agrigento (?-430 aC.) quien interpretó los esqueletos de hipopótamos terciarios que encontró en Sicilia como osamentas de gigantes; e incluso, como sugieren ABEL (1914) y MELÉNDEZ (1947), la visión del cráneo del elefante enano del cuaternario de Sicilia, que posee un gran orificio nasal, bien pudo ser confundido con el de un gigante de un sólo ojo y dar así base al relato homérico del gigante Polifemo en la Odisea (siglo IX aC). Estas interpretaciones van a dar lugar a la **Gigantología** o creencias que indagan sobre la existencia de razas desaparecidas de gigantes sobre la Tierra.

Por último, una primera respuesta sobre el tiempo de formación de los fósiles se encuentra en Jenófanes de Colofón (¿570?-¿480? aC.) quien al citar fósiles marinos en Siracusa y Malta, y de vegetales continentales en Paros, supone que en el pasado existieron periódicas invasiones de las aguas marinas que también sumergieron poblaciones humanas. Estas creencias sobre las fluctuaciones del nivel del mar serían también recogidas por Estrabón para explicar los fósiles del desierto de Libia, asociándolos a movimientos corticales en contra de Eratóstenes que invocó la elevación de las aguas al cerrarse los mares interiores como el Mediterráneo, y planteando ya el interrogante de cómo se formaron los relieves montañosos.

En suma, ambas escuelas de pensamiento van fundamentalmente a preocuparse más por conocer qué eran los fósiles que por saber cómo se formaron, dando una respuesta acertada a esta primera pregunta al proponer un origen biológico (aunque a veces se yerre en su determinación taxonómica como en el caso de la gigantología) para ellos. También los presocráticos acertaron en su explicación sobre el tiempo de formación de los fósiles al argumentar que se formaron en diferentes momentos históricos.

### 3b. El pensamiento hebreo.

Los hebreos, como pueblo nómada, debieron conocer las ideas imperantes sobre los fósiles a través de las culturas egipcia, caldea, babilónica e hitita que de algún modo debieron también asimilar. Aunque obviamente es anterior, el pensamiento hebreo comienza históricamente cuando en los primeros tiempos del Mundo

Antiguo (a finales del siglo XIV-principios del siglo XIII aC.) se escribe el "Génesis". Así, los hebreos debieron considerar los fósiles como restos de organismos petrificados. Una clara referencia a ello se encuentra en el libro del "Génesis" (capítulo 19) donde se narra la conversión en sal de la mujer de Lot por castigo divino (mito presente también en otras mitologías como por ejemplo la inca). Es también posible que el diluvio universal bíblico fuera la explicación que dieran los hebreos a la presencia, tierra adentro, de conchas y vertebrados fósiles, explicación que en la Edad Media sería conocida como la **Teoría Diluvista**. Esta relación diluvio-fósiles podría ser una de las causas del por qué este mito se encuentra tan extendido en tantas y tan distanciadas culturas, como por ejemplo en la de los sumerios (3.000 aC.), los etruscos (2000-1000 aC.) o la de los aztecas, ya en la cronología actual.

La Gigantología está también presente en el capítulo 6, versículo 4 del "Génesis" donde refiriéndose a la época anterior al Diluvio dice: *Existían entonces los gigantes en la Tierra, y también después, cuando los hijos de Dios se unieron con las hijas de los hombres y les engendraron hijos. Estos son los héroes muy famosos de antiguo.*

Incluso, no se puede descartar que el mito de la creación de Adán por Dios a partir del modelado de una figura inerte de barro fuese una referencia tomada de culturas anteriores a la interpretación de los fósiles como productos iniciales de la naturaleza sobre los que los Dioses, confiriéndoles el hábito de la vida, crearían las especies vivientes.

En resumen, el pensamiento hebreo, síntesis del mesopotámico y egipcio, conocería, incluso sin citarlos, la existencia de los fósiles incorporándolos a través de los mitos de la Gigantología y del Diluvio Universal a su pensamiento.

### 3c. El pensamiento platónico.

Platón (427-347 aC.), principal discípulo de Sócrates, sugirió en sus escritos que debido a una fuerza creadora existente en el interior de la tierra se originaba una semilla de la cual nacían y posteriormente se desarrollaban los fósiles. De este modo teórico negaba que los fósiles pudieran ser los restos de organismos que poblaron La Tierra en el pasado. Esta semilla de Platón no parece que tenga relación con el proceso vital sino que más bien quiere ver en los procesos de formación inorgánica un cierto analogismo con los de los seres vivos. Téngase en cuenta que la separación entre minerales, rocas y fósiles no fue clara hasta bien entrado el siglo XIX y aún hoy en día algunos raros especímenes son considerados de origen dudoso (dubiofósiles). Finalmente, al tratar el tema del Diluvio Deucalión, Platón no lo relaciona directamente con los fósiles y niega su universalidad.

Teofrasto de Lesbos (372-288 aC.), discípulo de Aristóteles, fue parcialmente seguidor del pensamiento platónico sobre el origen inorgánico de ciertos fósiles para los que invocó la **vis plástica** como instrumento de imitación de huesos y otros cuerpos orgánicos. Se le considera también el primer catalogador de fósiles, minerales y rocas que, como hemos dicho, serían de difícil separación por aquel entonces. Recogió sus ideas en su tratado "Sobre rocas" del que sólo se conservan fragmentos y también en otro especial sobre fósiles en el que al parecer se instruyó Plinio. Sin embargo, en su tratado "Sobre Peces" cuando refiere los peces fósiles del Pontos y Paflagonia los interpreta de dos modos: como desarrollados a partir de huevas enterradas o como peces extraviados procedentes de aguas próximas y

convertidos en piedra. Muy probablemente influenciado por el pensamiento de su maestro Aristóteles. También las conchas enterradas fueron, para él, prueba de inundaciones marinas recientes.

Las ideas platónicas son consideradas como el inicio de una escuela de pensamiento más preocupada que las anteriores por conocer los procesos de formación de los fósiles, a los que atribuirá un origen inorgánico como a los minerales y cuyas ideas perdurarán hasta final del siglo XVIII. El platonismo, carente de las difíciles asignaciones biológicas, va a potenciar el coleccionismo de estos objetos y su descripción.

### 3d. El pensamiento Aristotélico.

Aristóteles (384 -322 aC.) propugnó cambios importantes en la distribución de mares y continentes en el pasado citando las observaciones de fósiles marinos tierra adentro comentadas por Heródoto. Es posible que cuando habla de peces que viven inmóviles enterrados y se les encuentra al cavar la tierra (*De resp.*, 9), alude a los yacimientos de peces fósiles bien conocidos en aquella época. Sus ideas sobre qué representaban los fósiles fueron probablemente también recogidas por su discípulo Teofrasto al hablar de los peces fósiles que ya hemos mencionado, por lo que el aristotelismo plantearía tres hipótesis sobre el origen de los peces fósiles: A) eran auténticos peces que se habían perdido en la tierra. B) eran peces que habían nacido de un huevo enterrado. C) eran peces que vivían enterrados. Es obvio que para Aristóteles, como difusor de la idea de la "generación espontánea", no representaba ninguna dificultad la generación o vida de peces u otros organismos dentro del barro. De esta manera, aunque sus discípulos trataran de armonizar las enseñanzas pitagóricas y platónicas sobre los fósiles propugnando un origen biológico alternativo con otro inorgánico, Aristóteles estuvo presumiblemente más cerca del pensamiento presocrático que del platónico respecto a los fósiles. Como veremos, estas ideas de la escuela aristotélica serán retomadas por los filósofos de la cultura árabe en la Edad Media

### 3e. La cultura romana.

Entre los escritores latinos van a predominar las ideas de Platón que encontramos mayoritariamente recogidas en autores como Plinio "El Viejo" (23-79) y Plinio "El Joven" (62-113) bajo la expresión de *generatio aequívoca*, una clara antítesis a la generación espontánea que sería la causante de las formas vivas. El primero de estos autores conoció y estudió las más importantes colecciones de fósiles de su época a los que dió nombre. Suyos son los términos *Nummulites* (forma de moneda) y *Ammonites* (alusión a los cuernos de carnero del Dios egipcio Ammón).

Ovidio (43 aC.-17 ó 18 dC.), en sus "Metamorfosis" describiría también los procesos de fosilización que se producen en superficie, a la salida de ciertos manantiales, y que dan lugar a la formación de tobas, al citar *un río de los Cicones cuyas aguas convierten en piedra las entrañas de los que las beben y todas las demás cosas las empedernecen* (cf. Piquer en Torrubia, 1785). En el libro 1º de su obra se encuentra una referencia al diluvio universal mandado por el Dios Júpiter y también la posterior transformación paulatina de las rocas en estructuras zoomorfas hasta dar seres vivos incluido el hombre; una original explicación de los fósiles a medio camino entre la formación de los minerales y los organismos actuales. Los estoicos, con Lucio Anneo Séneca (4 aC.-65 dC.) en su libro "Cuestiones Naturales",

serían también diluvistas pero no invocaron causas divinas como los hebreos y algunas mitologías como origen del diluvio.

Referencias mitológicas de gigantes se encuentran en "La Eneida" del poeta Virgilio (70-19 aC.) y Suetonio (70-140) relata en la "Vida de los doce Césares" que el emperador Augusto tenía decorada su villa de Capri con huesos de vertebrados que eran interpretados como restos de una raza de gigantes. Finalmente, Apuleyo (125-180) relacionaría el Diluvio con los peces fósiles de Getulia.

### 3f. El pensamiento cristiano.

Al no contener las escrituras sagradas una referencia directa a los fósiles, su significado pudo ser debatido desde el primer momento por la cultura cristiana (PELAYO, 1991). Al principio, los fósiles serían explicados como desechos del taller del creador en sintonía con el relato de la creación de Adán a partir de una figura inanimada de barro y consistente con la fuerte tradición platónica que encontró el cristianismo al difundirse por el mediterráneo. No obstante, lentamente fue tomando cuerpo la idea de que los fósiles eran los vestigios que confirmaban la existencia y universalidad del diluvio bíblico. Es Tertuliano (155-223), al rebatir a Platón en su tratado *De Pallio*, quien pone como prueba de la posible universalidad del Diluvio la existencia de conchas y moluscos marinos en las altas montañas de todo el orbe, y de peces del Cretácico del Líbano como hará luego Eusebio de Cesarea (265-272); pero será con Orosio (siglo V), discípulo de San Agustín, en el capítulo 3 del libro 1 de su *Historiarum adversus paganos libri septem* cuando la universalidad del diluvio queda definitivamente incorporada al pensamiento cristiano mediante su identificación con las conchas y ostras fósiles del interior. Nace así para los tiempos modernos la **Teoría Diluvista** que explica la existencia de fósiles en las montañas por la crecida de las aguas durante el diluvio universal, propugnando un único tiempo de formación para los fósiles y la existencia de grandes catástrofes universales en el pasado, hecho que con el transcurrir de la historia hará de los fósiles, junto al plegamiento de estratos y al plutonismo, uno de los pilares de la **Teoría Catastrofista**, la cual concibe la historia de La Tierra como una sucesión de grandes cataclismos y que tiene su precedente en la doctrina estoica de catástrofes cósmicas periódicas seguidas de una regeneración o palingenesis.

En definitiva, la teoría diluvista supone un refuerzo del origen biológico de los fósiles y una apuesta definitiva en contra del origen inorgánico defendido por los seguidores platónicos, pero al abogar por un único tiempo de formación de los fósiles representó un paso atrás para la pronta interpretación de las edades de formación de las distintas capas de la corteza terrestre y de La Tierra. Con todo, el mayor inconveniente que supuso esta teoría fue el inicio del absurdo sometimiento de las observaciones geológicas al relato bíblico que condicionaría el tardío despegue de la geología como ciencia. También el diluvismo cristiano daría pie al arraigo de la Gigantología impulsada por algunos Padres de la Iglesia, como puede verse en el libro 15, cap. 9 de la obra *De civitate Dei* de San Agustín (354-430) quien confundiendo probablemente molares de grandes vertebrados dice: *Convencen a los incrédulos hasta los sepulcros, que habiendose descubierto, por varios casos, mostraron en su interior huesos de muertos de increíble grandeza. Yo mismo ví, y algunos había entonces conmigo en la playa de Utica, una muela de hombre tan grande, que de ella se podían hacer cientos de las nuestras, y creí que fuese de algún Gigante; porque no obstante que los hombres eran entonces mayores que ahora, pero a todos excedían los Gigantes* (traducido por TORRUBIA, 1754 p. 66).

#### 4- La Edad Media (500-1300) o la transmisión del pensamiento clásico a la cultura árabe y cristiana.

La conquista de Roma (476) por los hérulos y la decadencia del imperio de occidente da paso a un periodo en el que, además del imperio bizantino de pensamiento cristiano, será la cultura árabe hacia el año 800 la continuadora del espíritu clásico, impulsando la traducción al árabe de muchas obras griegas y romanas, y alcanzando por méritos propios grandes progresos, aunque mucho menores en geología y paleontología que en otras disciplinas.

Este periodo se va a caracterizar por la continuidad en la transmisión del pensamiento desde las culturas antiguas a las ahora nacientes, tratando de armonizar las diferentes ideas heredadas con lo que aparecen las primeras teorías que intentan dar una respuesta conjunta al problema del origen, procesos de formación y edad de los fósiles. Ante la diversidad de formas, una parte de los fósiles son considerados auténticos organismos petrificados y otra parte como restos inorgánicos generados en las entrañas de la tierra al igual que los minerales.

##### 4a. La cultura árabe.

Dentro de ella brilla con luz propia el médico iraní Avicena (Ibn-Sina, 980-1037), lector y transmisor del pensamiento aristotélico, realizó una labor enciclopédica. Dentro de su "Libro de los remedios" se conoce un texto geológico traducido al latín como *De mineralibus* con dos secciones; la más importante para lo que nos ocupa es la llamada: "*De congelatione et conglutinatione lapidum*". donde admite que las piedras se pueden formar a partir de un barro viscoso que se solidifica con el calor del sol o bien a partir del agua que coagula una energía seca y terrestre. También admite que igualmente algunos vegetales y animales pueden convertirse en piedra por una cierta energía mineral petrificante que se encuentra en los lugares pedregosos y continúa. Es incluso posible que una cierta fuerza mineralizante cambie las aguas en piedra. Esto explica por qué se encuentran en las piedras restos de animales y bestias acuáticas (cf. ELLENBERGER, 1989).

La interpretación de Avicena representa la conjunción de las ideas platónicas, aristotélicas y también pitagóricas en una misma teoría que trata de dar respuesta a las preguntas sobre origen, procesos y momento de formación de los fósiles. Así, propugna dos orígenes (orgánico e inorgánico) para la formación de los fósiles y un mismo proceso de formación mediante una energía (el sol, energía seca y terrestre, o fuerza mineralizante) lo que es un mérito indiscutible de Avicena, sobre todo teniendo en cuenta que en el siglo X la diferencia entre fósiles, minerales y rocas no pudo ser tan evidente como lo es en la actualidad. Es importante resaltar que Avicena en la otra sección de su texto relacionada con la causa de las montañas, relacionará directamente los fósiles acuáticos con la formación de montañas, que se formarían ya sea por levantamientos de terrenos estratificados como sucede en los terremotos o por fuerte erosión selectiva de las aguas que desnivelan el terreno (cf. GEIKIE, 1905). La relación de los fósiles con inundaciones marinas se encuentra también en la obra del español Averroes (Ibn Rudch, 1126-1198).

##### 4b. La cultura cristiana.

La Escolástica medieval supuso algún progreso sobre el conocimiento de los fósiles. Esta época, marcará la continuidad de la interpretación diluvista de los fósiles, incluida en la obra de tres de las más relevantes figuras: Isidoro de Sevilla

(565-636), Ristoro De Arezzo (siglo XIII) y Alberto Magno (1206-1280) a través de las traducciones de los autores clásicos que comentaron. Este último incorpora las ideas platónicas, aristotélicas y arábicas (Avicena) al pensamiento cristiano, al asumir la existencia de una *virtus formativa* en el interior de La Tierra que originaría los fósiles, al tiempo que considera también en su "Tratado de los minerales" que restos de animales y plantas pueden ser convertidos en piedra en aquellos lugares donde se den agentes de petrificación mediante una *vis lapidificativa* (fuerza lapidificante).

La continuidad del platonismo está representada por Abano (siglo XIV) para quien los erizos habían sido originados por virtud de los astros al formar un germen que se desarrollaría en la tierra, lo mismo que las piedras que recuerdan miembros viriles y femeninos (DUHEM, 1959) conocidas luego como "priapolitos". Finalmente cabe citar al "Lapidario", de origen caldeo, de Alfonso X el Sabio (1221-1284) donde se incluyen algunos fósiles dentro de las 337 piedras enumeradas.

#### 4c. La cultura China.

Las referencias que han llegado a nosotros indican que durante la Edad Media se conocían los fósiles y se interpretó su existencia en las montañas como que éstas se había formado bajo las aguas (GOHAU, 1987; ELLENBERGER, 1988). Su conocimiento dio lugar a curiosas leyendas populares como la de "la montaña de las golondrinas de piedra" que vuelan durante las tormentas, leyenda basada en la visión de las valvas alargadas de los braquiópodos del grupo *Spirifer* (que también son llamados popularmente en Aragón como mariposas de piedra). Shen Kuo (1013-1095) famoso por sus trabajos sobre la brújula y el calendario solar interpretó correctamente el significado de moluscos fósiles al igual que lo habían hecho antes los presocráticos.

#### 5-El Mundo Moderno durante el Renacimiento (siglos XIV-XVI).

En este periodo, el pensamiento presocrático sobre los fósiles, casi olvidado por la influencia judeo-cristiana y aristotélica, surge con fuerza pugnando con otras interpretaciones. Aparecen en Europa los primeros museos con fósiles y llegan, con el descubrimiento de América, los primeros fósiles americanos que son correctamente interpretados como restos de animales pretéritos. Se plantean diversos procesos de formación de los fósiles.

#### 5a. La pugna ideológica entre las escuelas de pensamiento.

En el Renacimiento, encontramos las diferentes ideas sobre los fósiles pugnando entre sí, fundamentalmente propiciado por la mayor difusión de los textos a través de la recién inventada imprenta. Los partidarios de las ideas platónicas confieren un origen exclusivamente físico-químico a los fósiles (llamados también *petrefacta* y piedras figuradas) como fue el caso de Mattioli (1521) y Falopio (Faloppio, ¿1523?-1562); o tratándolos como "juegos de la naturaleza" (Olivier de Cremona, 1584) e incluso propugnando su origen a partir de semillas (concepto de origen platónico) difundidas por todo el Universo como hizo Libau (1540-1616), por citar a algunas figuras representativas.

Autodidacta y partidario del pensamiento presocrático fue Da Vinci (1452-1519), que negó en sus escritos la relación de los fósiles con el diluvio bíblico y abogó porque los fósiles eran restos petrificados de organismos antiguos, la mayoría

de los cuales vivieron en el sitio donde se les encuentra, estando en posición de vida, salvo que hayan sufrido transporte, y ordenados por capas. Alude también a la formación de moldes internos y externos por el humor viscoso y petrificante. Por todo ello, se le puede considerar el precursor de los estudios de Paleoeología y de los procesos de formación de fósiles (Tafonomía). El médico Fracastoro (1483-1553), el botánico Cesalpino (1519-1603) y el alfarero y esmaltista Palissy (1510-1590) serán también autodidactas y coincidentes con las interpretaciones presocráticas. Palissy recolectó gran cantidad de fósiles y dedujo la existencia de **especies perdidas** (extinguidas) a través de ellos, negando su relación con el diluvio y dando lecciones públicas de geología y paleontología en 1575, 1576 y 1584.

Seguidores de Avicena y por lo tanto partidarios de un origen inorgánico u orgánico discrecional fueron Mercati (1541-1593) que invocó como uno de los procesos de fosilización a la acción de los astros por gravitación o irradiación y que denominó idiomorfos o piedras de figura particular a los fósiles, Agrícola (1494-1555), difusor de la palabra fósil (*fossilium*, sacado de la tierra) que utilizó para englobar tanto formas minerales o fósiles inorgánicos como los de forma orgánica, y Gesner (1516-1565) cuya obra contiene los primeros grabados sobre fósiles.

Finalmente, partidarios de la teoría diluvista fueron Alessandri (1461-1523) y Lutero (1483-1546); como gigantólogo citaremos a Plater (1577) famoso porque consideró a los restos de un proboscideo como humanos y a los que designó como el gigante de Lucerna.

#### 5b. Los Primeros Museos.

A partir del siglo XV comienzan a formarse en Europa colecciones de Ciencias Naturales (donde se exhiben también fósiles) que pueden visitarse y están catalogadas, dando lugar a los primeros museos. Los más famosos fueron la *Metallotheca Vaticana* creado por Mercati (1541-1593) con la colección del papa Sixto V. El *Museum Calceolarium* de Verona en 1521 del que se publicó un catálogo que data de 1568 y otro en 1622. Al desaparecer, parte de sus ejemplares pasaron al *Museum Ludovico Moscardi* de Padua del que se conoce un catálogo de 1656. El *Museum Metallicum* de Bolonia formado por Ulise Aldrovanni (1522-1605), con catálogo publicado en 1648. El *Museum Schloss Ambras* del Tirol fundado por el Archiduque Fernando II en 1564 y cuyo catálogo fue publicado en 1596.

En España tenemos noticias más tardías de un Museo formado por Vincencio Juan de Lastanosa y Baraiz de Vera, natural de Huesca (1607-1684), en cuya casa formó un auténtico museo. Este primer museo aragonés, contuvo ya material zoológico, mineralógico y paleontológico junto a obras de arte, joyas, libros históricos y material arqueológico. La parte de Ciencias Naturales nos la describe ANDRÉS DE UZTARROZ (1647) del siguiente modo: *había en la pieza desde el salón 12, 1ª alacena: minerales, peces disecados, cuerno de unicornio, caracoles, conchas, pescados, galápagos, corales, aves y huesos de gigantes del Moncayo*, seguramente una referencia a las osamentas fósiles de los grandes vertebrados que poblaron el valle del Ebro cuando era una sabana hace 20 millones de años. Cien años más tarde, en 1753, se fundaría el Real Gabinete de Historia Natural en Madrid al que en 1793 se le agregó el primer mamífero fósil.

#### 5c. El descubrimiento de América y los fósiles americanos.

El siglo XVI no es sólo la época de la creación de las grandes colecciones de fósiles en los museos, sino también de la llegada de fósiles y sus noticias procedentes del continente americano, cuyas referencias se encuentran en las "Cartas de Hernán Cortés" (1487-1547) o en la "Crónica del Perú" de Pedro de Zieja (1554). Son generalmente esqueletos de grandes vertebrados interpretados como restos de animales milenarios o, a lo sumo, de gigantes como sucede en la "Historia Natural y Moral de las Indias" de José de Acosta (1590) o en la "Miscellanea Austral" de Diego de Ávalos (1602).

#### 5d. Las nuevas técnicas de ilustración.

A la invención de la imprenta hacia 1450 a cargo de Gutenberg (1397-1468) va a seguir el avance en la técnica de las ilustraciones, primero con la xilografía, o grabado sobre madera, ya introducida en el siglo XIV en Europa, pero generalizada a partir del siglo XV y empleada en las ilustraciones de las obras de paleontología de Gesner (1516-1565) y Aldrovandi (1522-1605). A ella se añadiría a finales del siglo XVI la técnica del grabado en cobre (calcografía), que permitió mayores detalles. Ambas supusieron un avance en los estudios de Paleontología similar al de ciertos instrumentos de medida en las ciencias físicas (TEMPLADO, 1988).

### 6- El Mundo Moderno durante el siglo XVII.

Durante el siglo XVII se mantienen las diferentes interpretaciones de los fósiles. Aparecen las primeras revistas científicas. La Biología da sus primeros pasos como Ciencia y se ponen los fundamentos para que se inicie la geología en el siglo XVIII.

#### 6a. La diversidad de interpretaciones.

En este siglo no sobresale ninguna interpretación sobre las otras, pudiendo considerarse un tiempo de transición. Así, pueden considerarse autores que fundamentalmente abogaron por un origen inorgánico de los fósiles a Kircher (1602-1680), Lister (1630-1702), Plot (1640-1696), Alberti (1675), Kirchmaier (1664), Balbini (1682) y Misson (1699). Más estrictamente platónicos y defensores de la existencia de semillas o gérmenes fueron Camerarius (1672-1734), Quirini (1676) y Luidius (1680), entre otros. Algunos incluso propusieron que las semillas salían del mar junto con los vapores acuosos y que las lluvias las esparcirían por toda La Tierra.

Entre los diluvistas destacamos a Burnet (1681), Woodward (1695) y Whiston (1696), célebres por sus Sistemas Diluvistas de formación de la Tierra donde se incluyen las capas fosilíferas estratificadas. Entre los gigantólogos cabe citar a Torquemada (1615), León Pinelo (1615) y a Tissot (1613). La gigantología va a plantear durante este siglo y siguiente la progresiva decadencia biológica de la especie humana respecto a las razas gigantes prediluvianas (Capel, 1985). Partidarios en general de las ideas de los presocráticos fueron Colonna (1567-1640), Scilla (1639-1700), Campini (1688), Boccone (1697) y Gassendi (Gassend, 1592-1655)

#### 6b. Las primeras revistas científicas.

Especial incidencia tiene la aparición en Francia de la revista *Journal des savants* en 1665 y en Inglaterra los *Philosophical Transactions* que van a dar un

nuevo impulso a todos los estudios y que serán un buen medio de propagación de las diferentes ideas sobre los fósiles.

#### 6c. Steno y los principios de la Geología.

El danés Steno (Stensen, 1638-1689) a partir de acertadas observaciones en Toscana consideró que los fósiles eran restos de animales que vivían donde se encontraban o que se transportaron hasta allí, fosilizando en un medio acuoso. Distingue en Toscana un basamento inferior sin fósiles y otro fosilífero formado durante el Diluvio para el que da una explicación racional. Quizá por sus ideas religiosas (cf. ELLENBERGER, 1989) no entra en consideraciones sobre la edad de las capas de la corteza que, por aquel entonces, se consideraba se habrían formado según el relato bíblico durante los últimos 4.000 años. Por su obra *Prodromus* de 1669 es considerado con justicia el fundador de la Geología, al observar que la corteza terrestre está formada por una serie de estratos apilados, donde se encuentran distintos fósiles, y deduciendo que los estratos superiores se habrían formado posteriormente a los inferiores sobre los que se habrían ido depositando progresivamente. Enuncia así el **Principio de la Superposición de Estratos**, ya implícito en Avicena, y sienta las bases de la **Estratigrafía** y la **Escala Geológica de tiempo relativo** lo que proporciona el fundamento esencial para el desarrollo de la geología como Ciencia moderna a partir del siglo XVIII.

#### 7- El siglo XVIII. Los fósiles comienzan a estudiarse en su contexto biológico y geológico.

El trabajo de Steno había sentado las bases para que la ciencia oficial aceptara definitivamente el origen biológico de los fósiles en el siglo XVIII, discutiese la universalidad del diluvio, especulara sobre la edad de la Tierra apoyándose en otras fuentes distintas al relato bíblico y por último se comenzara a catalogar los fósiles de acuerdo con la sistemática biológica y según su posición estratigráfica relativa.

El desarrollo de la biología que había ya aparecido como ciencia en 1650 de la mano de los trabajos de Servet y Harvey sobre la circulación de la sangre, Leeuwenhoek en microbiología, Malpighi en anatomía microscópica y Ray en Taxonomía, y que alcanzará su máximo exponente con Linneo (1707-1778) y su **Sistemática Natural** hasta llegar a 1800 en que se utiliza por primera vez el vocablo Biología, va a permitir una comparación más científica de los fósiles con los organismos actuales y un mayor rigor en su determinación sistemática. La calidad y el incremento de los trabajos se vió también favorecida con la creación de la Real Sociedad de Londres y la Academia de Ciencias de París.

El suceso del Prof. Beringer de la Universidad de Würzburg, considerado el último platónico y engañado por sus alumnos que le enterraban objetos figurados realizados por ellos mismos artesanalmente en piedra, para que fueran encontrados durante las excavaciones y que describió ingenuamente en su libro "*Lithographie Wirceburgensis*" de 1727, ilustra bien el abandono de la ciencia oficial por las teorías referidas a que los fósiles eran juegos o caprichos de la naturaleza formados a partir de fuerzas internas de La Tierra, de semillas, jugos lapidíficos o emanaciones.

#### 7a. Las especies fósiles eran diferentes de las actuales.

Durante los siglos XVII y XVIII, la pugna ideológica sobre el significado de los fósiles y el afianzamiento de la idea de su origen biológico, llevó a no pocos

naturalistas a compararlos minuciosamente con animales y plantas actuales, siendo frecuente constatar las muchas diferencias existentes entre los especímenes fósiles y los actuales como ya hiciera Palissy en el siglo anterior. Blumenbach (1752-1840) pondrá especial énfasis en las especies fósiles más parecidas a las actuales y en aquellas más diferentes.

Dos explicaciones básicas se manejaron sobre este fenómeno. Una explicación era que estos fósiles pudieran corresponder a especies vivientes que existieran en puntos remotos y no se conocieran aún. La otra explicación propuesta fue que en el pasado hubieran existido especies diferentes a las actuales, cuestión que lentamente fue tomando consistencia, al observarse que las especies también cambiaban con la edad relativa de los estratos y que las capas de cada época geológica contenían fósiles distintos. Así, los fósiles no se habrían formado en una sola época con el Diluvio sino a lo largo de la historia de la Tierra en muy diferentes momentos, como ya intuiera Jenófanos hacía 2.500 años.

La existencia en el pasado de especies diferentes a las actuales fue ampliamente sugerida por Hooke (1703), Jussieu (1708), Buffon (1749), Benoit de Maillet (1748) y Leibnitz (1749). Ello va a permitir caracterizar cada época geológica no sólo por la tipología de sus rocas sino también por sus fósiles consiguiéndose con ello una mayor precisión en la división temporal de las rocas de la Tierra y unas correlaciones más fiables.

#### 7b. La cronología de los fósiles y la correlación de estratos.

Durante el siglo XVIII y el siguiente, los fósiles comienzan a utilizarse para dividir la historia de la corteza terrestre en diferentes épocas geológicas y también para correlacionar estratos inconexos con contenido paleontológico y litológico parecido.

Un grupo de autores pondrá un mayor énfasis en los aspectos litológicos. Así, Moro (1740) distingue en Italia entre montañas **primarias** y montañas **secundarias** que son fosilíferas y estratificadas. Guetard (1746) es el primero en diferenciar para La Tierra una banda esquistosa de terrenos primitivos que sería correspondiente al actual Paleozoico, otra más superior de terrenos margosos equivalente al Mesozoico y una última banda de terrenos arenosos (el hoy Cenozoico) con los que confeccionaría los primeros mapas geológicos de Francia. En Italia, Arduino (1783) distingue entre las montañas primitivas esquistosas, las montañas secundarias calizas y las más recientes montañas **terciarias** formadas por arenas y arcillas, ambas últimas conteniendo fósiles distintos. Especial relevancia tuvo Werner (1749-1817) que es considerado el abanderado del **Neptunismo** (teoría por la que se consideraba que todas las rocas se habían formado por sedimentación acuosa) y fue fundador de la famosa escuela de Friburgo; este autor distinguió (1787 y 1796) por orden de antigüedad entre terrenos primitivos (metamórficos e ígneos), terrenos de transición (aproximadamente el paleozoico actual), terrenos secundarios o fosilíferos y terrenos de acarreo; a los que añadiría los terrenos volcánicos. Esta estratigrafía sintética sería seguida, entre otros, por el español Del Río (1795 y 1805) que presenta la primera clasificación general de fósiles en lengua española, a los que llama figuras extrañas. Lamerie (1791) escribiría una historia de las revoluciones del globo ya en una línea marcada por las ideas catastrofistas que tendrán su auge en el siglo XIX.

La otra corriente, con mejor criterio, va a ponderar la diferenciación de los estratos sucesivos más por los fósiles que contiene que por la propia litología. Así, Soulavie (1752-1813) publica entre 1780 y 1784 una *Histoire naturelle de la France méridionale* en siete tomos donde además de una cartografía entre Aubernia y Montpellier, diferencia tres terrenos de diferente edad por sus fósiles: los más antiguos contienen únicamente formas sin análogo actual (ammonites y belemnites), los siguientes o terrenos con mezcla de formas desaparecidas y especies actuales, y finalmente terrenos con especies actuales (erizos, conchas y caracolas). Pero es el suizo De Luc quién a partir de 1790 pondrá énfasis en diferenciar a los estratos presentes en una sucesión no sólo por su composición pétreo (litología) sino también por sus fósiles.

Finalmente, Smith (1799) enunciaría el **Principio de la Sucesión Biótica**, *the same strata are always in the same stratigraphic order and contain same peculiar fossils* con el cual quedaban sentadas las bases para construir una única escala cronológica para las rocas de la corteza terrestre, basada en la sucesión temporal de los fósiles y no en las litologías. Escala que al permitir la identificación y correlación de estratos distantes entre sí, también se ha conocido como Principio de la Correlación. Por ello, Smith es considerado el fundador de la Paleontología Estratigráfica que con el tiempo ha dado paso a la Biocronología o estudio de la edad de las rocas por su contenido en fósiles.

#### 7c. La edad de la Tierra y la ruptura del tiempo bíblico.

El reconocimiento de que capas distintas contienen fósiles distintos que se había iniciado con Steno (1669) y que culminaría con Smith (1795) va a asestar un golpe mortal a la teoría diluvista y a la utilización de la Biblia como libro histórico para conocer el tiempo de formación de los fósiles y de las rocas que los contienen cifrado entonces en unos pocos miles de años, y cuyos principales defensores fueron Burnet (1635-1715) y el obispo Usher (siglo XVII) en Inglaterra y De Luc (1727-1817), que introdujo al francés el término geología en 1778. Aunque ya Buridán (siglo XIV) imaginó la tierra formada hace cientos de millones de años y Benoit de Maillet en más de quinientos mil, será precisamente el conde de Buffon (Jorge Luis Le Clerc, 1707-1788), al combinar las ideas de Steno y Leibnitz con las observaciones de Guetard sobre las características y extensión de ciertos terrenos, los fósiles y las rocas volcánicas que contienen, el que en su "Epocas de la Naturaleza" de 1778 repudiará oficialmente la edad bíblica de la formación de la tierra basándose en el espesor considerable de estratos y en el tiempo que tardaría en enfriarse el globo. Propugna para La Tierra una edad de 75.000 años con periodos muy largos en el tiempo durante los que había habido cambios de clima, flora y fauna con extinción de especies. Ya anteriormente, Buffon había cuestionado veladamente la edad de la Tierra, considerada entre cuatro mil y seis mil años a partir de los cálculos de la biblia, con estas palabras de su tomo II de *Histoire Naturelle* (1749-1788) "*Nosotros...queremos referir al instante de nuestra existencia los siglos pasados y las edades futuras, sin considerar que este instante, esto es, la vida del hombre, aún extendiendola todo lo posible por medio de las historias no es más que un punto en la duración, un sólo hecho en la historia de las obras de Dios*". En su *Epoques de la Nature* de 1778, publicará una concepción de la Historia de La Tierra dividida en siete periodos (en analogía con los 7 días de la creación en el génesis) de larga duración, salvo el último que se inicia con la aparición del hombre hace 6.000 a 8.000 años, hasta alcanzar la configuración actual. Es interesante su apreciación de que la similitud de grandes mamíferos implicaba la unificación en el pasado de América, Europa y Asia en un sólo bloque.

#### 7d. Fijismo versus transformismo de las especies.

La evidencia de que las especies fósiles eran distintas en cada periodo geológico y también eran diferentes de las especies actuales necesitaba una explicación. Los postulados biológicos imperantes durante el siglo XVIII consideraban con el apoyo de Tournefort (1656-1708), Ray (1686-1704) y fundamentalmente con Linneo (1707-1778) que las especies actuales eran fijas (**Fijismo de las especies**) y que las variaciones que se observaban de generación en generación nunca traspasaban los límites de la variabilidad de la especie; por eso la **generación espontánea** fue la idea más extendida para explicar las renovaciones de especies a lo largo de la Historia de La Tierra. Tengamos en cuenta que la generación espontánea de Aristóteles perdura hasta el siglo XVII sin oposición en los medios oficiales hasta que el italiano Redi consiguiera desprestigiarla mediante su experimento de envolver un trozo de carne con una gasa que impedía la formación de gusanos. A pesar de todo, no faltaron valedores de prestigio de esta teoría como Needham hacia la mitad del siglo XVIII, siendo ridiculizado por Spallanzani. Incluso Lamarck (1744-1829) creyó en una generación espontánea que daría las formas más sencillas del reino animal y vegetal. El final de la creencia en la generación espontánea no llegaría hasta 1858 cuando Puchet, a la sazón director del Museo de Historia Natural de Rouen utiliza este tema para desprestigiar los experimentos de Pasteur. Este se encargaría de asestar el golpe definitivo a la generación espontánea y su abandono por la comunidad científica mediante un sencillo experimento con frascos de cuello largo y curvado que impedían la entrada de los gérmenes contenidos en el aire.

Como hemos visto, estas ideas habían influido fuertemente en las teorías ya mencionadas sobre el origen de los fósiles merced al poder creador de "semillas" contenidas y transformadas por el aire, el agua o la tierra. (Camerarius, Quirini, Luidius, etc...).

Pero la aplicación de las ideas fijistas y el catastrofismo al estudio de los fósiles, lejos de ser una rémora científica, sirvieron para que se sistematizaran los conocimientos de los distintos taxones, dando paso a descripciones detalladas de fósiles y a las primeras monografías que incluían incipientes clasificaciones. Merece destacarse la monografía en 4 volúmenes de Knorr y Walch (1755-1775) "Colección de las notabilidades de la Naturaleza y antigüedades del suelo "terrestre", impresa en Nüremberg. Otra gran ventaja que representó el fijismo para la incipiente ciencia de los fósiles (paleontología) fue que el conocimiento taxonómico fuera abordado, separando los taxones de las diferentes épocas o revoluciones, simplificando su estudio e introduciendo el factor tiempo como exponente del cambio biológico. De este modo se sientan las bases para posibilitar un conocimiento más completo de la historia del fenómeno vital y sus posibles mecanismos en tiempos más recientes. No cabe duda que el fijismo tuvo una decisiva influencia en el desarrollo de la Paleontología Estratigráfica, iniciada por Smith en Inglaterra.

Frente al fijismo de las especies que propugnaba extinciones y creaciones continuadas a lo largo de los tiempos geológicos, se opuso la idea más sencilla de que las especies se transformaban unas en otras con el tiempo, teoría conocida como el **transformismo** de las especies. El precursor moderno de estas ideas pudo ser Leibnitz (1646-1716) quien con las palabras de su obra *Protogaea* publicada tardíamente en 1749 "*¿y no es presumible que en los grandes cambios que el globo ha sufrido, un gran número de formas han sido transformadas?*" propone la

transformación de unas especies en otras bajo la influencia de los procesos geológicos. Buffon (1776) plantearía un transformismo limitado dentro del género o familia y determinado por el clima y el alimento. El lento enfriamiento de la tierra serían, para él, la causa del cambio de las faunas y floras que se observaban en los estratos geológicos. Combatió la idea de la extinción catastrófica de las especies mediante demoliciones del paso de muchas especies de un Período geológico a otro sin que fueran afectadas por las catástrofes geológicas aparentes. Sus trabajos le llevarían a emitir la creencia de una "ley de desarrollo progresivo" inherente al mundo orgánico. También Soullavie (1780) puede ser considerado transformista al proponer, en el tomo 1 de su obra (cf. GOHAU, 1987), la descendencia de las familias recientes, ausentes en rocas antiguas, de las familias primordiales. Finalmente, para De Luc, la salida de fluidos expansivos modificarían la composición de las aguas haciendo desaparecer las especies antiguas, unas por destrucción y otras por transformación.

El transformismo de las especies planteará grandes interrogantes a muchos teólogos de la época para quienes la aceptación del mismo o de la extinción de las especies estará en contradicción con la obra perfecta e inmutable del Creador. En algunos casos, estas ideas incidirán negativamente en el desarrollo de las hipótesis científicas. Como ejemplo, podemos citar a Ray (1627-1705) quien consideró en un principio altamente improbable la extinción de especies y más natural la existencia de las especies homólogas de los fósiles en alguna parte del planeta. Posteriormente, abogará por un origen inorgánico de los fósiles, tal vez influenciado por sus creencias religiosas.

#### 7e. Las primeras referencias históricas a fósiles españoles.

Las primeras referencias a fósiles españoles bien pudieran ser los testimonios del siglo XII sobre el hallazgo de restos de elefantes al construir las murallas de Madrid (VERNET, 1975). En el siglo XVI, Vives (1492-1540) y el Padre Fortunato se ocuparían del origen de los fósiles. En el siglo XVII, Diego de Aynsa (1619) cita el hallazgo de huesos de gigantes en 1554 al construir la iglesia de San Jorge en Huesca, Pedro de Uztarroz (1647) cita los huesos de gigantes del Moncayo que contenía el Museo de Lastanosa en Huesca, y Pedro de Castro (1694) cita conchas marinas en la Mancha.

En el siglo XVIII los testimonios conocidos son más abundantes, Feijoo (1936) cita el yacimiento de vertebrados terciarios de Concul (Teruel) cuyos fósiles atribuye a gigantes muertos junto a sus caballerías, Clarasid (1737) en un discurso manuscrito sobre "*Singularidades de Historia Natural del Principado de Cataluña*" polemiza sobre estos huesos fósiles afirmando que se tratan de seres petrificados, Barrére (1746) refiere el hallazgo de *Nummulites* en Gerona, Buffon (1749) cita la presencia de conchas y otras producciones marinas en los Pirineos españoles, Viera y Clavijo (1776) conchas marinas en Canarias, Calvo y Julián (1781) refiere fósiles en Tarazona (Zaragoza), Jordán de Asso (1784) en Fuendetodos (Zaragoza), moluscos en Ricla (Zaragoza), *Terebratula* y *Belemnites* en Albaracín y Teruel, y calizas con petrificados (*Nummulites*) en el Pirineo. Precisamente Costa (en Buffon) ya citaba piedras lenticuladas en la montaña de Nas en el Pirineo catalán en el año 1774. Bowles (1775) indica también la existencia de braquiópodos y moluscos jurásicos en Molina de Aragón, equínidos y ostreas en Alacant, amonites y conchas de Santiago en las provincias de Cuenca y Santander; y huesos en Concul. (cf. RIBERA I FAIG, 1988); pero las primeras figuraciones vendrían del trabajo del inglés Armstrong (1752) con equinoideos, moluscos y dientes de peces

de Menorca, de Torrubia (1754) sobre fósiles de España, y finalmente de Cavanilles (1797). En Hispanoamérica, Antonio de Ulloa (1716-1795) referirá la existencia de conchas petrificadas en Chile y Perú en sus "Noticias Americanas" completando las referencias de los primeros cronistas españoles de las Indias en el siglo XV y XVI que vimos anteriormente.

## **8. El siglo XIX. La Paleontología como ciencia.**

### **8a. El estudio sistemático de los fósiles.**

Durante el siglo XIX, la naciente geología ve en los fósiles una utilísima herramienta para datar y correlacionar estratos, de la mano del Principio de Smith, y se despierta un inusitado interés por conocer los tipos de fósiles característicos de cada terreno y las peculiaridades de cada grupo paleontológico, lo que propicia la aparición de una pléyade de eminentes paleontólogos y la publicación de excelentes monografías científicas.

Conviene destacar la obra de Cuvier (1799, 1811) que se interesa por los vertebrados en su trabajo *Histoire des Ossements fossiles*; la de Adolfo Brongniart (1828), hijo de Alejandro Brongniart, que publica su *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles* y se le considera el pionero de la Paleobotánica; la de Murchison (1834) en Gran Bretaña sobre graptolites del Ordovícico y Silúrico; la obra de Barrande (1856) en Bohemia que permite el despegue del conocimiento de los trilobites y de los terrenos cámbricos y ordovícicos; y la de Opper (1856-58) sobre los ammonites y la correlación del Jurásico.

En resumen, libres ya de los errores de antaño y ante la creciente utilidad de los fósiles para su empleo en la construcción de mapas geológicos, se producirá en el siglo XIX un inusitado interés por la paleontología y una eclosión sin precedentes de trabajos entre cuyos autores podemos citar sin querer ser exhaustivos a Lartet, Meyer, Bojanus, Goldfuss, Humboldt, Soemmering, Schlotheim, Buckland, Croizet, Jobert, Kaup, Falconer y Owen entre los que se ocuparon de los mamíferos; Home, Buckland, de la Bèche, Conybeare sobre los reptiles; Agassiz, de Münster, Buckland, Sedgwick, Murchison, de Blainville, sobre los peces; Desmaret, Alex, Brongniart, Verneuil, Green Linnarsson y Milne-Edwards de los artrópodos; Sowerby, Parkinson, Schlotheim, D'Orbigny, Basterot, Voltz, Dujardin, Zieten, Goldfuss, Opper, Quenstedt, Brocchi, Lamarck, Philippi, D'Archiac, Roemer y Deshayes sobre los moluscos; Dalman, De Verneuil, Sowerby, D'Orbigny sobre braquiópodos; Goldfuss, Agassiz, Desmoulins, Grateloup, Cotteau, Miller y D'Orbigny sobre los equinodermos; Agardh, Brongniart, Stenberg, Goeppert y Watelet sobre los vegetales; D'Orbigny y Ehrenberg los protistas; y por último, Buckland, Hitchcock, Saporta, Prado y Donayre se ocuparon de las pistas fósiles.

### **8b. Cuvier y el nacimiento de la Paleontología como Ciencia.**

En el primer cuarto de siglo, la Paleontología alcanza su rango de Ciencia de la mano de Cuvier quien la dota de los principios necesarios para su ulterior desarrollo; pero serán Brongniart, Fischer y Blainville (autor del término en 1822) los que comenzarán a emplear de manera simultánea el vocablo de Paleontología en sus respectivos países.

Con toda justeza, el barón Georges Cuvier (1769-1832) es considerado el fundador de la Paleontología como disciplina científica al desarrollar de modo eficaz

la anatomía comparada como el método paleontológico para el estudio de los fósiles y enunciar la Ley general en que se basan estos estudios.

Como expresa MELÉNDEZ (1947, 1988), su descubrimiento se debió a lo incompletos que suelen aparecer los restos de vertebrados fósiles, que Cuvier estudió en la cuenca de París, no disponiendo la mayoría de las veces más que de partes de su esqueleto. Para soslayar tamaño inconveniente, tuvo la feliz idea de aplicar a los fósiles los incipientes estudios de anatomía comparada iniciados por Vic d'Azyr (1774) y continuados por Saint Hilaire (1772-1844), y con ello sentó las bases metodológicas para los estudios de Paleobiología que permiten la interpretación biológica de los fósiles.

En 1812, con las palabras -"Todo ser organizado forma un conjunto, un sistema único y cerrado, cuyas partes se corresponden mutuamente y concurren a la misma acción definitiva por una acción recíproca. Ninguna de estas partes puede cambiar sin que cambien también las otras y, en consecuencia, cada una de ellas, tomada por separado, indica todas las otras"- formula que cada organismo forma un conjunto completo, cuyas partes se corresponden y complementan, determinando cada una de ellas a todas las demás" que es conocida como la **Ley de la Correlación entre las partes**, por la que, en la mayoría de los casos, un ser orgánico puede ser reconocido por un fragmento de cualquiera de sus partes, lo que evidentemente es la base de la Paleontología que forzosamente ha de estudiar material incompleto (cf. MELÉNDEZ, 1947). Cuvier, incluso, aplicó esta Ley de la Correlación entre las partes a la reconstrucción de las partes blandas de los organismos a partir de fragmentos de hueso y consiguió interpretar correctamente la función de algunas estructuras de grupos fósiles ya extinguidos.

#### 8c Las épocas de la Tierra y la Paleontología Estratigráfica.

El desarrollo de los estudios de sistemática paleontológica y de estratigrafía, van a permitir en el siglo XIX, no sólo criticar, como hace Alexandre Brongniart en 1821, los muy frecuentes errores de datación de los terrenos cuando se emplea la litología, sino mejorar sensiblemente el esquema de Werner, reemplazándolo por nombres locales y contenido fosilífero. Así, Alexandre Brongniart (1807) introduce en Francia el término de "**Terrenos Terciarios**" y en 1829 el de **Jurásico**, D'Halloy (1822) el de **Cretácico** para los terrenos de la creta y Alberti (1830) en Alemania el término **Triásico** con lo que se completaba la sucesión general de los "**Terrenos Secundarios**". En Inglaterra, Coynbeare (1822) define el **Carbonífero**, y poco después Murchison y Sedgwick el **Cámbrico**, **Silúrico**, **Devónico** y **Pérmico** entre los años 1835 y 1841 con lo que quedaba completada la estratigrafía y la paleontología de los "**Terrenos Primitivos o Primarios**" con la descripción de sus fósiles característicos, tal y como había sido postulado por Brongniart en 1821.

El libro *Principles of Geology* de Lyell (1830-1833), donde se desarrolla el **Principio de las Causas Actuales**, y su obra posterior *Elements of Geology* de 1838 vienen a compendiar todos estos conocimientos y a sentar las bases de la moderna geología incluyendo el uso de los fósiles para construir una escala temporal de materiales y fósiles que permitirá datar y correlacionar los estratos de la corteza terrestre a grandes distancias. Ello, como ya vimos, será conocido como Paleontología Estratigráfica. En la primera obra, Lyell introducirá los términos de **Eoceno**, **Oligoceno**, **Mioceno** y **Plioceno** dentro de los Terrenos Terciarios, y **Pleistoceno** para los Terrenos Cuaternarios. Los terrenos anteriores al Cámbrico

son denominados Terrenos Azoicos (previos a la aparición de la vida) por Murchison y posteriormente cambiados a **Terrenos Precámbricos**.

#### 8d. El caso de España.

En España, la importancia e impacto de los estudios paleontológicos en este siglo ha sido analizada por SEQUEIROS (1989). Los estudios paleontológicos en nuestro país parten de datos casi inexistentes a principios del siglo XIX para alcanzar en el último cuarto del siglo niveles de vanguardia internacional. Cabe destacar a Mallada (1841-1921) con su magna obra "Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España" publicada entre (1875-1891) y también parcialmente en tres volúmenes (1878, 1885, 1887) donde se recogen los datos sobre paleontología sistemática de España. Esta obra sin paragon en su género en este siglo, es más propia del siglo precedente por su concepción, planteamiento metodológico y magnitud (SEQUEIROS, 1981, 1992; GOZALO, 1985; LIÑAN GUIJARRO, 1993). Es también digna de ser citada la figura y obra de Vilanova y Piera (1821-1893) por sus excelentes trabajos sistemáticos sobre Teruel Castellón y Valencia, por su influencia en los foros internacionales y por la introducción en España de las nuevas ideas sobre arqueología (GOZALO GUTIÉRREZ, 1993; GOZALO GUTIÉRREZ & SALAVERT FABIANI, 1995); del mismo modo destaca la obra de Luis Mariano Vidal (1842-1922). Reflejo de la casi increíble actividad de este siglo es la creación en 1835 de la Escuela de Minas en Madrid, la impartición del primer curso de paleontología en 1839, luego la creación de la primera cátedra de paleontología en 1845 regentada por Amar de la Torre, la publicación de las primeras series monográficas geológicas que también incluyen estudios paleontológicos, la traducción al español de los *Principios de Geología* de Lyell con numerosas adiciones de los terrenos de España realizadas por Ezquerria del Bayo en 1847, la fundación de la Comisión del Mapa Geológico de España en 1849 y su refundación en 1873 bajo la dirección de Fernández de Castro, la fundación en 1871 de la Real Sociedad Española de Historia Natural y poco después del Museo de Geología dentro del Seminario Conciliar de Barcelona (SEQUEIROS 1988, GOZALO GUTIÉRREZ, 1997).

#### 8e. La pugna ideológica durante el siglo XIX. Transformismo *versus* creacionismo.

Fue sin duda el aumento del conocimiento del contenido fósil el que ayudó y dió base científica durante el siglo XVIII y primera mitad del XIX al impulso que alcanzan las ideas catastrofistas en los círculos oficiales. La **Teoría de los Grandes Cataclismos** o **Teoría Catastrofista** que tiene su antecedente en la creencia del Diluvio universal, propugnaba la existencia en el pasado de grandes catástrofes o revoluciones que alteraron la faz de La Tierra y que fueron la causa de la extinción de las especies pretéritas después de cada revolución o época geológica, dando lugar a la creación sucesiva de nuevas especies al principio de cada época geológica lo que se conocería como el **creacionismo** o la **Teoría de las Creaciones Sucesivas**, teoría que hunde sus raíces dentro de la cultura cristiana en el relato bíblico de la creación sucesiva de las especies por Dios que se encuentra contenido en el Génesis. El precursor de las ideas catastrofistas en Paleontología fue BONNET (1720-1793) que las incluye en su *Palingenies Philosophique* de 1769. Para él, de una a otra revolución o catástrofe se produciría la desaparición de especies, pero los gérmenes sobrevivirían dando lugar a reemplazamiento de nuevas especies mediante sucesivas creaciones por influencia de las revoluciones. Del mismo modo que estas revoluciones producen cambios en la estructura externa e interna del globo, así también afectarían a los gérmenes. En cierto modo, Bonnet es el precursor de las ideas lamarckianas sobre la influencia del

medio sobre la herencia y un creacionista que se halla a medio camino entre el fijismo de las especies y el transformismo de los gérmenes o semillas.

Cuvier, un fijista y catastrofista en paleontología a ultranza, es considerado injustamente como uno de los máximos representantes del Creacionismo, cuando en realidad casi no se definió sobre esta cuestión. Una prueba de ello es este texto tomado de su Discurso preliminar: "cuando sostengo que los bancos de piedra que contienen los huesos de muchos géneros, y que las capas blandas albergan los de muchas especies que ya no existen, no pretendo decir que haya sido necesaria una nueva creación para producir las especies hoy existentes; digo solamente que éstas no existían en los mismos lugares y que han debido venir de otros sitios". Las ideas creacionistas ligadas al catastrofismo paleontológico fueron seguidas sobre todo por los paleontólogos Brongniart (1770-1847), D'Orbigny (1802-1857) que reconoció 28 creaciones sucesivas o pisos en la historia de La Tierra, el estratígrafo Elie de Beaumont (1798-1874) en Francia; y Buckland (1784-1856) en Inglaterra, entre otros. Lyell aunque actualista y partidario de una tierra como la actual sometida a pequeños y graduales cambios fue sin embargo fijista y afirmó la constancia de las especies hasta 1863, año en que acepta finalmente el evolucionismo de Darwin. Bronn (1800-1862) merece ser citado como prototipo de creacionista no catastrofista. Un tipo de creacionismo singular fue el propugnado por Blainville (1777-1850) y Barrande con una creación única de todas las especies y su extinción parcial o migraciones sucesivas a otras regiones lo que produciría los cambios de fósiles visibles en cada capa y no necesariamente coincidentes con extinciones, creaciones o especies transformadas; será conocido como la **Teoría de las migraciones** ya apuntada por Cuvier. Esta teoría viene a señalar algo que hoy es muy evidente para los científicos, que el registro estratigráfico no refleja siempre el cambio orgánico o evolutivo pues los cambios paleontológicos en las secuencias estratificadas pueden ser debidos también a cambios ecológicos, biogeográficos o de conservación.

Continuadores del transformismo de Leibnitz son Saint Hilaire (1772-1844), Maupertuis, Buffon y sobre todo Lamarck (1744-1829), creador de la primera teoría sobre el transformismo en su *Philosophie Zoologique* de 1809 que es conocida como **Teoría Lamarckista**. Mantendrá una dura polémica científica con Cuvier hasta su muerte, continuada por su discípulo Saint-Hilaire. Lamarck, aunque erró en el mecanismo de formación de las especies, tuvo el mérito de haber escrito que los individuos de la misma especie no son iguales en ambientes distintos, y es el primero que incluye en sus series de transformación al hombre como el producto más complejo. Precisamente, la idea evolucionista de la complejidad progresiva de los organismos, seguida posteriormente por Teilhard de Chardin y Vandel, es uno de los principales conceptos originales de Lamarck.

También en su *Philosophie zoologique* se encuentra la introducción de un nuevo método en taxonomía basado en el estudio de un gran número de individuos de una especie (la población) desacreditando de esta manera, y por primera vez, el enfoque tipológico de la taxonomía clásica, al tiempo que demostraba la enorme variabilidad específica. Es importante resaltar la importancia del énfasis de Lamarck sobre la adaptación, aunque sus mecanismos explicativos no sean válidos. En este sentido, fue claramente precursor de Darwin, el cual basó la mayor parte de su argumentación en la misma relación entre la estructura y los factores selectivos del ambiente.

8f. Darwin y el paradigma evolutivo.

Como numerosos autores han resaltado, la aparición del libro de Darwin "El origen de las especies por selección natural" en 1859 supone un hito en la historia de las ciencias biológicas y en la del pensamiento humano, que distintos autores refieren en terminología de Khun como el paradigma darwiniano en Paleontología y Biología. Hoy, aunque los científicos más reputados aceptan a Darwin, se asume también que su teoría difícilmente puede ser considerada válida en su forma original, al igual que sucedió con la de Lamarck, si bien es un punto de partida obligado para la investigación y el conocimiento de los mecanismos evolutivos. La importancia histórica de esta obra está, entre otras cosas, en desterrar de los círculos científicos la idea del fijismo de las especies y del creacionismo sucesivo a partir de la generación espontánea. Desde este momento, el creacionismo va a quedar relegado a grupos religiosos fundamentalistas protestantes, empeñados en negar el evolucionismo y hacer coincidir literalmente los datos científicos con el relato literario y simbólico de la creación, contenido en el libro del "Génesis"; corriente que ha sido llamada por sus partidarios como **Creacionismo científico**, pero que en opinión de Molina corresponde a un **Creacionismo pseudocientífico** e irracional, al supeditar las evidencias científicas que son racionales y predictivas a cualquier tipo de creencia, y planteando falaces apoyos o enfrentamientos entre dos campos metodológicamente tan dispares como la ciencia y la religión.

## 9. La Paleontología en los albores del siglo XXI.

### 9a Las disciplinas científicas de la Paleontología.

En su concepto más etimológico, Paleontología es la ciencia que estudia los seres que vivieron en el pasado, a través de los fósiles (palaios = antiguo; ontos = el ser; logos = tratado, razón). En un principio, sólo se preocupó de saber qué organismos existieron en el pasado, cuáles eran sus rasgos más sobresalientes y en qué orden relativo aparecieron. Posteriormente, con el avance del conocimiento, el concepto se fue enriqueciendo y perfilando en relación con otras ciencias próximas.

Cuatro son las grandes disciplinas paleontológicas actuales: Paleobiología, Tafonomía, Biocronología y Paleontología Evolutiva. La **Paleobiología**, es la disciplina que pretende estudiar, hasta donde se pueda, los aspectos bioquímicos, moleculares, citológicos, anatómicos, fisiológicos, taxonómicos ecológicos, etológicos, icnológicos, y biogeográficos de la vida pretérita. La **Tafonomía** tiene como objetivo prioritario conocer los procesos que dan lugar a la formación de los fósiles y la naturaleza de la información que suministran. La **Biocronología** estudia el tiempo en que vivieron las especies fósiles a través de las peculiaridades de su registro estratigráfico mundial (**Bioestratigrafía**). Finalmente, la **Paleontología Evolutiva** analiza el cambio orgánico producido a través de los tiempos geológicos tratando de interpretar el ritmo, los patrones y las causas del mismo. Estas disciplinas, más que parcelas paleontológicas, deben considerarse diferentes formas de enfocar un mismo proceso mediante líneas de investigación interconectadas. Su delimitación, que es claramente arbitraria y usada por motivos prácticos, nunca puede reflejar la realidad extrínseca de sus interacciones. La institucionalización de estas disciplinas paleontológicas, en cierto sentido, son la respuesta histórica de la comunidad científica a las tres preguntas básicas que el pensamiento histórico humano se ha venido haciendo ante la visión del registro fósil: ¿Qué origen tenían los fósiles? (origen biológico, Paleobiología); ¿Cómo se habían formado? (diferentes procesos naturales, Tafonomía) y ¿Cuándo se formaron? (continuadamente a lo largo del

tiempo desde que apareció la vida y cada especie en la época en que vivió, Biocronología).

Pero también veíamos que cuando estas preguntas fueron parcialmente contestadas surge otra nueva que combinando el conocimiento biológico de los organismos que produjeron los fósiles (Paleobiología) con la sucesión temporal de éstos (Biocronología), se interroga sobre las causas por las que se producen los cambios a lo largo de la historia del proceso vital. Nace así la Paleontología Evolutiva que documenta los tipos de cambios, el ritmo de los mismos y su sucesión temporal a través de los diferentes linajes evolutivos.

#### 9b. El concepto moderno de Paleontología.

La definición actual de Paleontología dada por la Comisión de Terminología Científica de la Real Academia Española de Ciencias en 1979 es: "Ciencia que estudia los seres vivos que han poblado la tierra con anterioridad a la época actual, sus relaciones mutuas y su ordenación en el tiempo, mediante una adecuada interpretación de los fósiles".

Esta definición se expresa en los términos de que la Paleontología participa del método y la filosofía científica; que su objeto formal es biológico, con todas sus implicaciones sistemáticas, ecológicas, etológicas, etc. de la moderna biología; que tiene una gran interacción con la Estratigrafía de tal modo que ésta no se concibe sin la base paleontológica; y que su objeto fáctico es la interpretación científica de los fósiles.

Un estudio histórico de las diferentes definiciones o enfoques mantenidos en los tratados generales desde ZITTEL (1888) hasta la década de los ochenta, revela dos importantes cambios en el concepto de Paleontología, que han influido enormemente en la reorientación de estos estudios y han sido fundamentales en la afirmación de la Paleontología como Ciencia. Estos cambios conceptuales vienen la mayoría de las veces acompañados por el reemplazamiento de vocablos. En nuestro caso, el paradigma evolutivo es responsable de la sustitución en muchas definiciones de las palabras "seres vivos" (de reminiscencia fijista) por el vocablo "vida"; circunstancia que acontece en 1967 y es mantenida por una serie de autores encabezados por Simpson que comienzan a hablar de la "Ciencia de la vida del pasado". Este nuevo término tiene como objeto, de una parte, dar testimonio inequívoco de la continuidad de los procesos vitales en el pasado, desterrando para siempre las creencias de que las especies fósiles pueden ser empleadas en una lectura directa para conocer diferentes cuestiones geológicas, como la edad de las rocas y el medio, del mismo modo que si se tratara de colecciones de monedas o sellos con sus piezas perfectamente delimitadas y con la impresión del año y localidad de emisión que era el concepto que tenían los fijistas de la especie. Por otra parte, dicho cambio viene a llamar la atención de que los avances que se produzcan en Biología como ciencia de la vida, deben ser incorporados a la Paleontología y viceversa.

El segundo cambio conceptual surge también en la década de los sesenta de la mano de un grupo de paleontólogos encabezados por Tasch, cuando empieza a ser sustituido el vocablo "fósil" por el de "registro fósil". Con ello se quiere precisar que no todas las distintas formas de vida del pasado han fosilizado, sino sólo aquellas que en cada momento eran más aptas para quedar registradas en código mineral. El enfoque tafonómico pone énfasis en la necesidad de conocer bien los

procesos geológicos para poder interpretar, lo más correctamente posible, la vida del pasado y conduce al paleontólogo hacia el ineludible trabajo de campo como fase metodológica previa e imprescindible. Es decir, este cambio de vocablo reivindica que la Paleontología estudia los fósiles en los estratos donde se encuentran y nunca fuera de su contexto geológico, en donde su valor científico es casi irrelevante.

A tenor de lo expresado hasta aquí, podría definirse la Paleontología como: "Ciencia que trata de reconstruir la historia de la vida aplicando los principios geológicos y biológicos al estudio del registro fósil". En otras palabras, la Paleontología no puede estudiar directamente la vida del pasado (su objeto formal) porque ello no es algo tangible, de modo que intenta reconstruir, parcialmente su historia, mediante el estudio de unos documentos naturales que conforman el registro fósil (su objeto material) y para lo cual se ayuda de los conocimientos de la Biología y de la Geología.

La importancia del conocimiento de ambas disciplinas es evidente pues el estudio histórico y epistemológico de principios de siglo revela cómo la Paleontología se desfasa de los avances experimentados por la Biología al polarizarse demasiado hacia los estudios aplicados a la Geología; hecho que produce un estancamiento científico (véase RUDWICK, 1972). Este desfase hace clamar a un grupo de paleontólogos, encabezados por Osborn que la Paleontología no es Geología, sino Zoología o Botánica, lo cual no es rigurosamente cierto porque se corre el riesgo de caer en el error contrario. Aunque la meta última sea biológica (reconstrucción de la vida en el pasado), los pasos geológicos previos son imprescindibles para una correcta interpretación paleobiológica; y, además, carecería de rigor reconstruir la vida del pasado minusvalorando los datos que la Geología nos suministra sobre los factores físico-químicos reinantes, el tiempo radiométrico, los fenómenos de extensión mundial o los cambios paleogeográficos, por poner un ejemplo. Conviene resaltar que la necesidad de los conceptos geológicos en Paleontología aumentan exponencialmente con la edad de las rocas y son absolutamente imprescindibles en el Proterozoico. El querer desligar al paleontólogo de los avances geológicos produciría el hundimiento de la investigación en las épocas más antiguas y un desfase científico mayor, si cabe, al producido a principios de siglo por defender la postura opuesta.

Finalmente, y para recalcar la importancia de la geología en toda investigación paleontológica, hemos de tener siempre presente que el método paleontológico como ciencia histórica sigue el método de las otras disciplinas geológicas y se diferencia claramente por este carácter histórico del método del resto de las ciencias empíricas (incluida la Biología) que se basan, fundamentalmente, en la observación directa (*in situ*) de los fenómenos cuando se producen y en la experimentación, cuestiones ambas de accesibilidad muy restringida para un paleontólogo debido a la magnitud del vector tiempo.

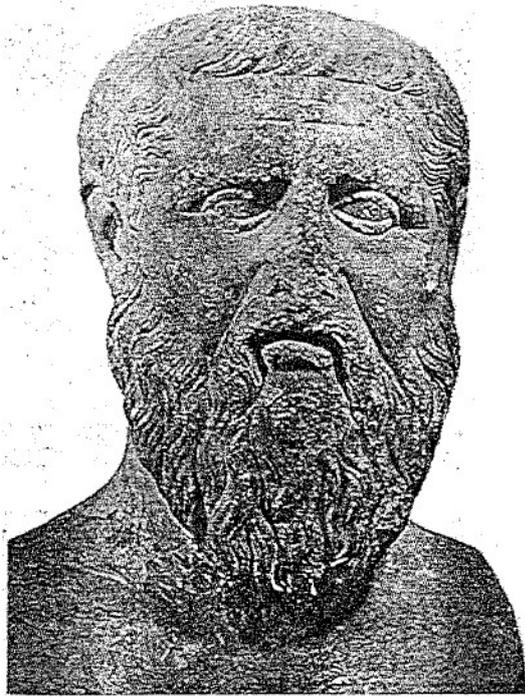
### **Bibliografía**

- Abel, O. (1914): Paläontologie und Paläozoologie. In R. Hertwig y R. von Wettstein, *Die kultur der Gegenwart*, Berlín y Leipzig, 3, 303-395.
- Adams, F.D. (1934): *The birth and development of the geological sciences*. Reprint. Ed. Dover, 1954. Reed. 1990.
- Agusti, J. (1994): *La Evolución y sus metáforas. Una perspectiva paleobiológica*. Metatemas, 33, Tusquets: 211 p.

- Alfonso X (siglo)
- Alvarez Halcón, R.M. (1997): Aproximación a la vida y obra del naturalista Florentino Azpeitia Moros (1859-1934). *Llull*, 20 (nº 38): 7-57.
- Barreiro, A.J. (1992): *El Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771-1935)*. Theatrum Naturae-C.S.I.C.: 509 pp.
- Berggren, W.A. & Couvring, J.A. (ed.) (1984): *Catastrophes and Earth History. The New Uniformitarianism*. Princeton Univ. Press, 464 p.
- Bowler, P. J. (1983): *The Eclipse of Darwinism*. Edic. Española, El eclipse del darwinismo. Ed. Labor, 286 p., 1985
- Bowler, P. J. (1984): *Evolution. The history of an Idea*. University California Press, 412 p.
- Bowler, P. J. (1988): *The Non-Darwinian Revolution. Reinterpreting a Historical Myth*. The Johns Hopkins University Press, 239 p.
- Buffetaut, E. (1987): *A short history of vertebrate Palaeontology*. Croom Helm Ltd., 223 p.
- Buffetaut, E. (1991): *Des fossiles et des hommes*. Edic. Española, Fósiles y hombre. Ed. Plaza & Janes, 357 p., 1992.
- Capel, H. (1985): *La física sagrada. Creencias religiosas y teorías científicas en los orígenes de la geomorfología española*. Ed. Serbal, 223 pp.
- Edwards, W.N. (1967): *The early history of Paleontology*. Trustees of the British Museum (Natural History), 58 p.
- Ellenberger, F. (1988): *Histoire de la Geologie. Tome 1. Des Anciens à la première moitié du XVIIe siècle*. Edic. Española, *Historia de la Geología. Volumen 1. De la antigüedad al siglo XVII*. ed. Labor, 282 p., 1989.
- Ellenberger, F. (1994): *Histoire de la Geologie. 2. La grande eclosion et ses premisses, 1660-1810*. Technique et Documentation-Lavoisier: 381 p.
- Geike, A. (1905): *The founders of Geology*. Reprint ed. Dover, 1962
- Gillispie, C.C. (1951): *Genesis and Geology*. Reprint ed. Harper, 1959.
- Glick, T.F. (1982): *Darwin en España*. Ed. Península, 123 pp.
- Gohau, G. (1987): *Histoire de la géologie*. Ed. La Découverte, 259 pp.
- Gohau, G. (1990): *Les sciences de la Terre aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles . Naissance de la géologie*. Ed. Albin Michel, 420 pp.
- Gould, S.J. (1977): Eternal Metaphors of Palaeontology. In Hallam, A. (ed.): *Patterns of Evolution as illustrated by the Fossil Record*. Development in Paleontology and Stratigraphy, 5, Elsevier: 1-26.
- Gould, S.J. (1987): *Time's Arrow. Time's Cycle. Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Edic. española, *La flecha del tiempo. Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Alianza Universidad, 736: 232 pp., 1992.
- Gozalo Gutiérrez, R & Salavert Fabiani, V.L. (1995).
- Gozalo R. (1985b). Próceres aragoneses. *Aragón Cultural*, 18, 5-6.
- Gozalo, R. (1985a). Los albores de la Paleontología en Aragón. *Aragón Cultural*, 18, 2-4.
- Gozalo, R. (1993): Biografía de Juan Vilanova y Piera. In: *Homenaje a Juan Vilanova y Piera*. Imprenta provincial de Valencia: 11-83.
- Hallam, A. (1983): *Great Geological Controversies*. Edic. Española, *Grandes controversias geológicas*. Ed. Labor, 180 pp., 1985.
- Hodge, M.J.S. (1990): Origins and species before and after Darwin. In: Olby, R.C.; Cantor, G.N.; Christie, J.R.R. & Hodge, M.J.S. (eds.): *Companion to the History of Modern Science*. Routledge: 374-395.
- Hölder, H. (1989): *Une brève Histoire de la Géologie et de la Paléontologie*. Traduc. Harend, G., 1992. Springer-Verlag: 280 pp.

- Hooykaas, R. (1970): Catastrophism in Geology, its scientific character in relation to Actualism and Uniformitarianism. *Mededelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afd. Letterkunde, N.R.*, 33: 271-316.
- Hooykaas, R. (1970): *Continuité et discontinuité en géologie et biologie*. Ed. du Seuil, 366 pp.
- Kirk, G.S. y Raven, J.E. (1966): *The presocratic philosophers history with a selection of text*. Cambridge University Press. England. Traducción española *Los filósofos presocráticos*. Editorial Gredos. Madrid, 1974.
- Laudan, R. (1987): *From Mineralogy to Geology. The Foundations of a Science, 1650-1830*. Univ. Chicago Press, 278 pp.
- Laurent, G. (1987): *Paleontologie et évolution en France, 1800-1860*. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques: 553 pp.
- Leroi-Gourhan, A. (1971). *Les religions de la Préhistoire*. Presses Universitaires de France. Collection mythes et religions. 152 pp. Paris.
- Liñán Guijarro, E. (1993). Lucas Mallada y Pueyo. En Una década de política de investigación en Aragón (1984-1993). Consejo Asesor de Investigación (CONAI), 215-221. Zaragoza.
- Mallada, L. (1897): *Progresos de la Geología española durante el siglo XIX*. Discursos de ingreso a la Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.
- Meléndez, B. (1947). Manual de Paleontología. Eit. Paraninfo.
- Molina, E. (en prensa). Los argumentos geológicos y paleontológicos de los creacionistas "científicos": ignorancia y pseudociencia. En E. Molina et al. Evolucionismo y racionalismo. Institución Fernando El Católico. Diputación de Zaragoza.
- Morello, N. (1979): *La nascita della Paleontologia nel Seicento. Colonna, Stenone e Scilla*. Franco Angeli Editore: 265 pp.
- Ordaz, J. (1978): La Geología en España en la época de Guillermo Schulz (1800-1872). *Trabajos de Geología, Universidad de Oviedo*, 10: 21-35.
- Pelayo, F. (1984): Catastrofismo y Actualismo en España. *Llull*, 7(12), 47-68.
- Pelayo, F. (1988): Ciencia y Religión en España en el siglo XIX. *Asclepio*, 40(2): 187-208.
- Pelayo, F. (1991): *Las teorías geológicas y paleontológicas durante el siglo XIX*. Historia de la Ciencia y de la Técnica, ed. Akal, 40: 55 p.
- Pelayo, F. (1994): El mito de los gigantes americanos. Un debate de la paleontología de vertebrados española durante la época colonial. In: Bénassy, M.C.; Clément, J.P.; Pelayo, F. & Puig-Samper, M.A. (coord.): *Nouveau Monde et Renouveau de l'Histoire Naturelle*, Presses de la Sorbonne Nouvelle, III: 161-181.
- Pelayo, F. (1996): Creacionismo y evolucionismo en el siglo XIX: las repercusiones del Darwinismo en la comunidad científica española. *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 13: 263-284.
- Pelayo, F. (1996): Del Diluvio al Megaterio. Los orígenes de la Paleontología en España. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, C.S.I.C., 16: 310 pp.
- Pelayo, F. (1996): Teorías de la tierra y sistemas geológicos: un largo debate en la historia de la Geología. *Asclepio*, 48 (2): 21-52.
- Pelayo, F.; Gomis, A. & Fernández, J. (1988): Las ideas sobre el origen de las especies en España (1833-1860). *III Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias, San Sebastian 1984*, 3: 431-449.
- Ribera i Faig, E. (1988): *Historia del interés anglosajón por la Geología de España*. Estudios sobre la Ciencia, C.S.I.C., 522 pp.
- Rudwick, M.J.S. (1972): *The meaning of fossils. Episodes in the History of Paleontology*. Edic. Española, *El significado de los fósiles*. Ed. Blume, 347 pp., 1987.

- Ruse, M. (1979): *La revolución darwinista (la Ciencia la rojo vivo)*. Traduc. Castrodeza, C., 1983. Alianza Universidad, 372: 355 pp.
- Sequeiros, L. (1988): La enseñanza de la Paleontología en España en el siglo XIX: ¿Modernidad o tradición?. *Henares, Revista de Geología*, 2: 83-87.
- Sequeiros, L. (1989): La Paleontología española en el siglo XIX. *Llull*, 12(22), 151-180.
- Sequeiros, L. (1992). Lucas Mallada y Puella (1841-1921) 150 aniversario de su nacimiento. *Revista Española de Paleontología*, 7 (1), 1-2.
- Solé Sabarís, L. (1981): Raíces de la Geología Española. *Mundo Científico*, 9: 1018-1032.
- Templado, J. (1988): Datos históricos sobre Paleontología y evolucionismo. En *Historia de la Paleontología*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 69-87. Madrid.
- Torrubia, J. (1754). *Aparato para la historia natural española*. Tomo primero. Imprenta de los herederos de Don Agustín de Gordezuela y Sierra. Madrid. 204 p. 14 lám. Reproducción facsimil de 1994. Instituto de Geología Económica. Madrid.
- Truyols, J. (1988): Desarrollo histórico de la Paleontología contemporánea en España. En: *Historia de la Paleontología*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: 45-68.
- Vernet, J. (1975). *Historia de la Ciencia Española*. Inst. de España. 312 p. Madrid.
- Vitalino, D.: *Legends of the Earth*. Edic. Española, *Leyendas de la Tierra*. Biblioteca Científica Salvat, 46: 280 pp., 1987.
- Zittel, K. (1899): *Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19 Jahrhunderts*. Edic. Inglesa, *History of Geology and Palaeontology*. Cramer-Weinheim, 562 pp., reprint 1962.



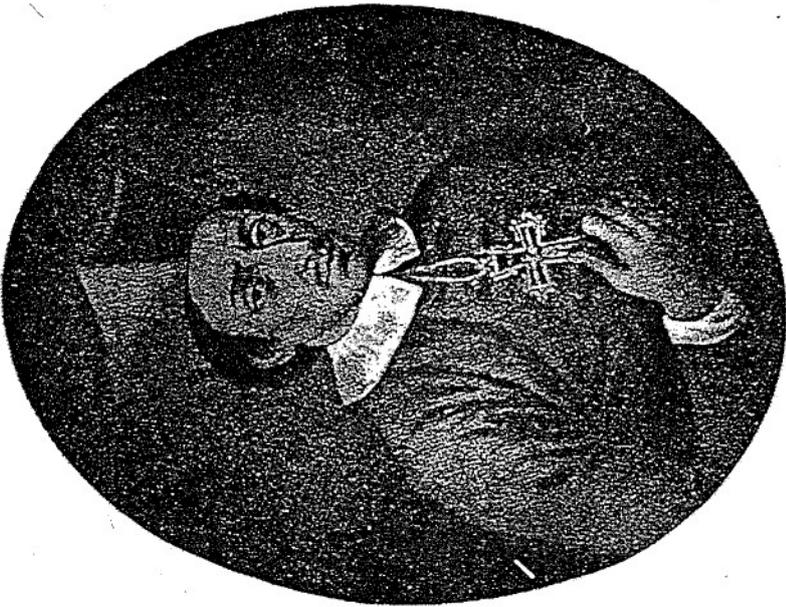
Busto de Platón



Estatua de San Isidoro



Estatua de D. José Cavanilles



Retrato de Nicolaus Steno

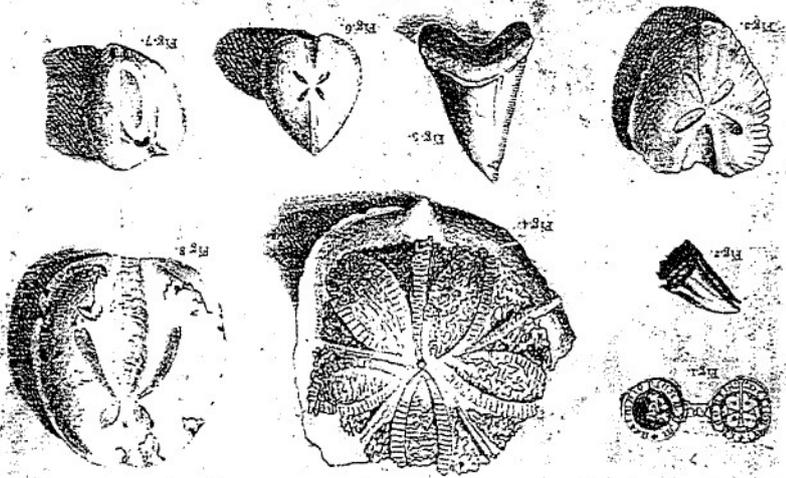


Ilustración de fósiles de Menorca  
en la obra de Armstrong (1752).

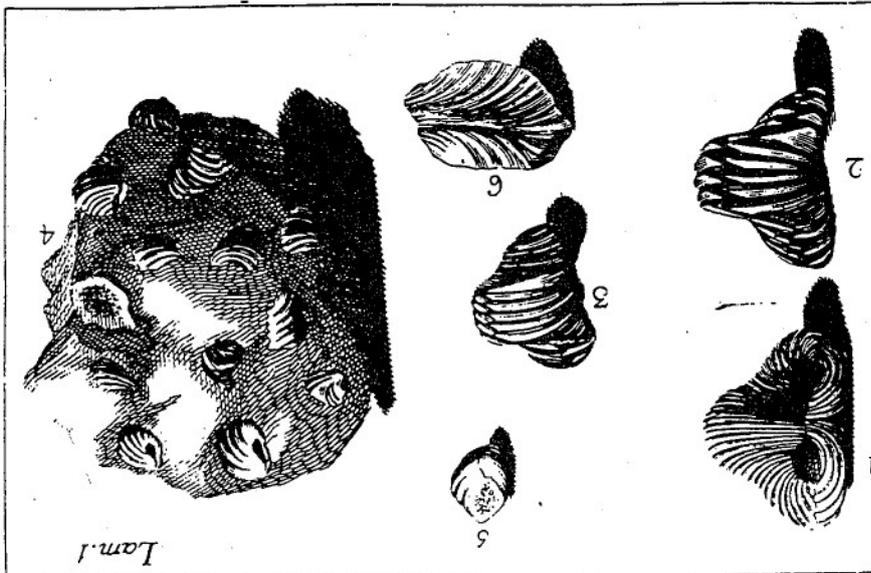


Ilustración de fósiles de Molina de Aragón en la obra de Torrubia (1754).

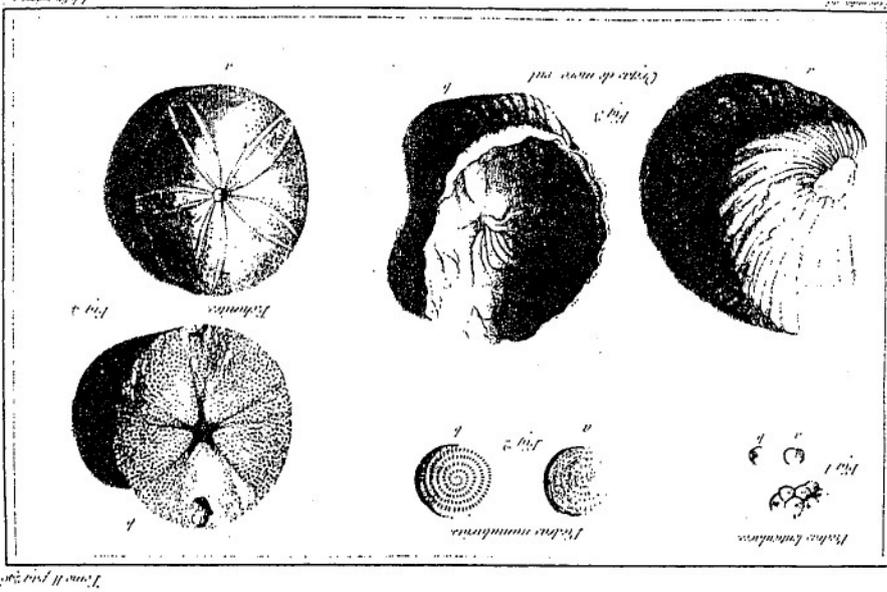
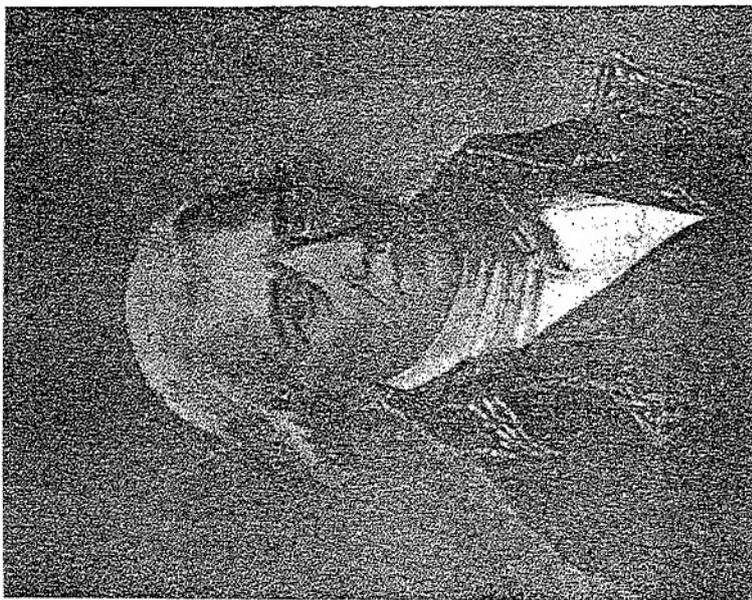


Ilustración de fósiles del reino de Valencia en la obra de Cavanilles (1797)



Retrato de Cuvier



Retrato de Lamarck