



DEBATES INTERNOS

LA PALEONTOLOGÍA: PASADO Y PRESENTE

Juan Cuenca Anaya



CÁTEDRA
DE EMÉRITOS

de la Comunidad Valenciana



DEBATES INTERNOS

LA PALEONTOLOGÍA: PASADO Y PRESENTE

Juan Cuenca Anaya

Edita: ©



DEHARITOS

de la Comunidad Valenciana

Fundación Valenciana de Estudios Avanzados

Autor:

© Juan Cuenca Anaya

Coordinan:

Vicente López Merino

Concha Albalat Criado

Salvador Aldana Fernández

Antonio Alegre Cremades

I.S.B.N.: XX-XXX-XXXX-X

D. L.: X-XXXX-XXXX

Maquetación e impresión:

Gráficas Antolín Martínez. s.l.

Tel. 96 391 89 84 - www.grafamar.com



LA PALEONTOLOGÍA: PASADO Y PRESENTE

La Paleontología es una Ciencia notable por varios motivos, y singular por uno de ellos: nació adulta. Siguiendo este símil biológico, sólo podemos hablar de un período de gestación de la Paleontología hasta finales del siglo XVIII, en el sentido de que habían ido apareciendo en el mundo científico algunos de los elementos que iban a conformar la Paleontología, pero no habían sido trabados en un sistema coherente que fuese el almacén de una Ciencia, ni siquiera en su fase infantil o juvenil. George Cuvier organizó esos elementos embrionarios en una Ciencia adulta en los últimos años del siglo XVIII.

Hoy sabemos que un fósil es un resto más o menos transformado de un ser vivo de bastante antigüedad, y dentro de este amplio concepto incluimos tanto los escasos animales conservados completos (por ejemplo, insectos en el ámbar), como las abundantes partes esqueléticas que se encuentran en los estratos (conchas de moluscos, huesos y dientes de vertebrados), e incluso las huellas deladoras de la actividad orgánica (por ejemplo, pisadas de dinosaurios). Pero hasta finales del siglo XVIII estos restos no eran correctamente interpretados: no eran objeto de una Ciencia.

Por esto denominamos “etapa prepaleontológica” a todo el tiempo anterior a Cuvier, que corresponde, realmente, a la “prehistoria” de la Paleontología.

OBJETO DE ESTE TRABAJO

Las páginas que siguen son una presentación, en otra forma, de una charla del mismo título en uno de los “debates internos” de nuestra Cátedra de Eméritos. En ambas ocasiones he pretendido exponer la historia y la realidad de la Paleontología de una manera que sea clara y sencilla; breve, a la vez

que atienda a sus rasgos fundamentales; y, en cuanto he sabido, sugerente, para estimular en los demás el interés por esta Ciencia.

I. LA ETAPA PREPALEONTOLÓGICA

Los fósiles son conocidos desde los albores de la Humanidad. El hombre observó esas piedras en forma de partes de animales con los que estaba familiarizado, y debió sentir curiosidad ante ellas, y deseos de saber algo más de ellas. Ése es el germen del conocimiento científico, como lo expresó Aristóteles muchos milenios después: que el sentir admiración ante algo es lo que mueve a los hombres a filosofar; y caracterizó al hombre como “animal capaz de sentir admiración”.

PRIMEROS DATOS

El hombre primitivo, desde el Paleolítico, debió atribuir a los fósiles poderes mágicos, porque los usó, probablemente como amuletos, en sus collares, y los guardó en sus enterramientos. Posiblemente los usó también como remedios medicinales, similares a los que han aplicado los hechiceros de pueblos primitivos hasta épocas bien recientes. Todavía en pleno siglo XX, ya descubiertos los pitecántropos, algunos paleontólogos tuvieron la feliz idea de rebuscar entre los llamados “dientes de dragón” de las farmacias populares de China, Indochina e Insulindia, y encontraron algunos dientes de pitecántropos.

La primera colección de fósiles de que tenemos noticia es la encontrada en 1898 en una tumba de la Edad del Hierro, cultura de La Tène, de los siglos V-I a. C., en la región del Saale, en Alemania. Se trata de 55 conchas de moluscos fósiles del oligoceno, hace unos 35 millones de años, más dos caracoles recientes, que debieron servir como ejemplares de comparación. Lo que resulta admirable es la selección: son 39 gasterópodos, 7 bivalvos y 9 escafópodos, pero sólo uno o dos ejemplares de cada especie escogida, sean raros o abundantes. Sin duda eran de gran estima para el difunto o para los que lo enterraron, ya que se los pusieron en la tumba. (lámina siguiente)

Los primeros testimonios escritos sobre los fósiles proceden de los griegos. La cita más antigua que he encontrado es de Jenófanes de Colofon, (c. 570-c. 480 a. C.), transmitida por Teofrasto:



“Jenófanes cree que existió una mezcla de la Tierra con el Mar, y con el paso del tiempo, (la Tierra) se separó de los elementos húmedos. Esto lo mantiene porque tiene pruebas de ello, pues en medio de las tierras interiores, y sobre las montañas, se han encontrado conchas de moluscos marinos; y dice también que en Siria, al romper las piedras, se han encontrado impresiones de peces y focas; en Faros, la impresión de un boquerón en la grieta de una roca; y en Malta, impresiones de toda clase de animales marinos.”

Empédocles, hacia 450 a.C., interpreta los grandes huesos de Sicilia (los hay de hipopótamos, elefantes, etc.) como pertenecientes a un linaje extinguido de gigantes.

Herodoto acepta la opinión de los sacerdotes de Egipto, que todo el valle del Nilo había estado sumergido bajo el Mediterráneo, por la presencia de conchas marinas en el valle actual.

Ovidio, en sus “Metamorfosis”, estima que las tierras han surgido del mar, y lo prueba porque ha encontrado conchas marinas muy lejos del mar, tierra adentro.

Estrabón trasmite la opinión de Janto, que la Tierra había estado cubierta por el mar, deducida de la presencia de conchas marinas en el interior. El mismo Estrabón rechaza la creencia popular de los egipcios de interpretar los numulites como lentejas petrificadas, procedentes de las provisiones para los obreros que construían las pirámides; él rechaza esta opinión con el argumento de que cerca de Atenas había una colina con las mismas lentejas petrificadas.

Fácilmente se advierte que, al encontrarse estos naturalista un fósil marino en una montaña, se han planteado la cuestión de si el mar estuvo a la altura de la montaña o si la montaña estuvo sumergida en el mar: están filosofando.

PRIMEROS INTENTOS CIENTÍFICOS

En general, la escuela pitagórica, más directa, acierta en la interpretación zoológica de los fósiles: son restos de animales.

Por el contrario, la escuela aristotélica, más especulativa, cree que los fósiles se formaron donde están, e intenta explicar el modo en que pudo

ocurrir esto desde su teoría hilemórfica de la naturaleza: todos los seres naturales están constituidos esencialmente por “materia prima” y “forma sustancial”. Según esta doctrina, el semen de un caballo, por ejemplo, tiene la fuerza generativa (vis generativa) suficiente para engendrar otro caballo sólo si encuentra la materia adecuada para inducir en ella la forma sustancial del caballo; es lo que ocurre en la cópula con una yegua. Ahora bien, si ese semen, por cualquier causa, entra en contacto con una materia inepta para la procreación, como pueda ser una piedra, su fuerza generativa sólo puede inducir en la piedra una forma accidental de alguna parte del caballo, por ejemplo, una mandíbula, un húmero: se trata entonces de una “generatio aequivoca”.

Aristóteles sería la máxima autoridad zoológica durante dos milenios.

A Plinio, muerto en año 79 p.C. mientras observaba la erupción del Vesubio, debemos el término “fósil”, con el significado de “extraído de la tierra”, aplicado a estos restos singulares, aunque posteriormente se aplicaría también a otros objetos naturales y, especialmente, a los minerales. También debemos a Plinio el nombre de algunos fósiles, que llevan el sufijo “ites”; por ejemplo, “ammonites”, piedras en forma arrollada como los cuernos del carnero con el que se figuraba a Júpiter Ammón; “nummulites”, piedrecitas en forma de monedas, etc.

EDAD MEDIA Y RENACIMIENTO

Durante toda la Edad Media apenas se avanza en la interpretación de los fósiles. No obstante, Avicena (980-1037) profundiza más en la doctrina hilemórfica de la generación equívoca, y expresa que la “vis plastica” es capaz de producir formas orgánicas de lo inorgánico, pero es incapaz de darles vida; ahora bien, admite otra forma de originarse los fósiles, que es por petrificación de los animales, a causa del “spiritus lapidificans”.

Ésta iba a ser la explicación científica dominante durante más de siete siglos.

En la Edad Media y en el Renacimiento, lo más corriente era considerar a los fósiles como simples caprichos de la Naturaleza: se admitía que existen

piedras con forma de caracol o de huesos de animales, fenómeno semejante a las variadas formas que adoptan las nubes a la puesta del sol, como pueda ser la cabeza de un caballo. El nombre que se les daba, “*lusus naturae*”, “juegos de la naturaleza”, se aplicaba frecuentemente con el sentido de jugarretas, engaños de la naturaleza. En los intentos de explicación científica, dominaba la interpretación hilemórfica, pero nadie precisaba la naturaleza de la “*vis plastica*”, o el “*spiritus lapidificans*”, o la “*vis generativa*”.

Podemos citar, no obstante, algunos ejemplos de científicos que se apartan de la rutina de su tiempo y aportan ideas más o menos acertadas para el conocimiento de los fósiles.

Alessandro Alessandri (1461-1523) se opone a Avicena, y defiende que las petrificaciones marinas del interior de las tierras proceden del Diluvio universal.

El célebre médico Girolamo Fracastoro (1483-1553), establece en 1517 el origen zoológico de los fósiles marinos.

Leonardo da Vinci (1452-1519) se opone también a Avicena, y expresa los verdaderos conceptos de sedimentación y fosilización; pero estas ideas no se incorporaron a las corrientes científicas, dominadas por la doctrina aristotélica.

Bernard Palissy (1509-1590) defendió también expresamente el origen zoológico de los fósiles marinos.

Jorge Agrícola (1499-1555) y Conrado Gesner (1516-1565) defendieron el origen orgánico para unos fósiles y, para otros, la formación por la “*vis plastica*”.

LOS SIGLOS XVII Y XVIII

A principios del siglo XVII tuvo lugar en Francia una curiosa disputa. En 1613, Nicolás Habcot publica su “*Giganteosteología*”, con el estudio de algunos huesos de un gigante encontrados en el Delfinado, pretendidamente dentro de un sarcófago con la inscripción *TEOTOBOCUS REX*, y monedas con la efigie de Mario. Defendía que se trataba del legendario rey de los cimbrios,

pesadilla de los romanos durante doce años, hasta la victoria de Mario en 101 a.C.; por los huesos encontrados, le atribuía una talla de 25'5 pies, unos ocho metros. Esto provocó un fuerte debate, e incluso el propio Luis XIII, destinatario de los huesos, participó en él.

Riolan, adversario de esta interpretación, publicó en 1618 una "Antigiganteosteología", con todos los argumentos históricos en contra, y con la acusación de falsificador a Habicot, al tiempo que defendía la "verdadera" interpretación de esos supuestos huesos de Teotobocus: se trataba de "piedras óseas", calcáreas, con que la naturaleza engaña al hombre. Hoy sabemos que eran huesos fósiles de dinoterio, un proboscídeo del mioceno (hace unos 20 millones de años) de la talla de un elefante.

El danés Nicolás Steno, (Niels Stensen, 1638-1686), que trabajaba en Florencia, expresa el principio fundamental de la cronología relativa en Geología estratigráfica: que un estrato es posterior al que tiene debajo, y anterior al que tiene encima. de hilemórfica de los fósiles, atribuyendo la formación de esas piedras a un germen o laSeñala la identidad de los dientes de tiburones fósiles y vivientes, y descubre la fauna fluvial fósil en 1667.

Steno y Leibnitz (1646-1716) establecen que los fósiles son restos de animales que vivieron donde ahora se encuentran, antes de formarse la roca que los contiene. Hoy comprendemos que este criterio podría haber bastado para que se desarrollase la Paleontología estratigráfica.

Robert Hooke (1635-1703), el observador de las "células" o celdillas del corcho, señala la oposición apreciable entre los fósiles de Inglaterra y el clima actual isla; y el inglés Lister, (1638-1712), señala la diversidad de los restos fósiles en diversas capas.

Fig. 1 *Copia de la figura original de SCHEUCHZER, publicada en su obra Physica sacra (1713), en la que representa su famoso «Hombre del Diluvio», que al fin resultó ser una sencilla salamandra, Andrias Scheuchzeri, descrita y estudiada por CUVIER.*





Fig. 2

El que unos pocos espíritus selectos, científicos, supiesen interpretar acertadamente el origen de los fósiles, no significa, por desgracia, que se hubiese abandonado la interpretación aristotélica. Todavía a finales del siglo XVII, el inglés Llwyd (1660-1709) y el suizo Lange (1670-1741) encuentran una nueva interpretación semilla del aire, el “aura seminalis”; por supuesto, sin explicar en qué consiste ese aura.

Célebre en la historia de la Paleontología es el caso del sabio suizo Juan Jacobo Scheuchzer (1672-1733), que publica en 1713 su “Physica sacra”, en la que figura un llamativo “Homo diluvii testis” (hombre testigo del diluvio); en realidad era una salamandra gigante fósil, *Andrias Scheuchzeri*, posteriormente estudiada por Cuvier. (fig. 1)

En 1726 ocurre una lamentable y pintoresca anécdota. El profesor Beringer, de Würzburg, publica su "*Lithographiae Wirceburgensis*", un grueso volumen en el que, entre otras piedras, describe con todo detalle una gran cantidad de "piedras figuradas", interpretadas como "*lusus naturae*". Por desgracia, no eran engaños de la naturaleza, sino de sus alumnos, que tallaban en losetas de piedra los más peregrinos animales, desde luego desconocidos hasta entonces, y luego los situaban donde pudiesen ser encontrados por el profesor. Cuando se hizo público el fraude, el desolado Beringer intentó recuperar los ejemplares vendidos para destruirlos, lo que no consiguió completamente, pero sí arruinarse. A su muerte, su viuda quedó en condiciones precarias, pero reimprimió el libro, que era meritorio en lo demás, y tuvo un gran éxito de venta. (fig. 2)

En los últimos años del siglo XVIII se había llegado a una situación paradójica respecto a los conocimientos paleontológicos. Por una parte, se había generalizado la interpretación obvia de los fósiles como restos de animales de otras épocas, y existían numerosas colecciones de ellos en los Gabinetes de Historia Natural; pero, por otra parte, los científicos no sabían interpretarlos, hasta el punto de que una parte de ellos siguiese manteniendo las viejas ideas sobre su origen. Hoy comprendemos que tenían una dificultad casi insuperable para llegar a una interpretación correcta.

En efecto, los científicos, como hombres de su tiempo, estaban familiarizados con la idea de un origen del universo de unos pocos miles de años. El relato de la Creación que hace el Génesis era aceptado por la Europa cristiana desde hacía muchos siglos, en su interpretación literal. Ya San Isidoro, en el siglo VII, había calculado la creación del mundo en el año 5.210 a.C., siguiendo las genealogías del Pentateuco; también calculó otras fechas, como la del Diluvio. En 1642, John Lightfoot, rector de la universidad de Cambridge, fijaba la fecha de la Creación en el año 3.928 a.C. Ocho años después, en 1650, James Ussher, arzobispo anglicano de Irlanda, corregía ligeramente este cómputo, y fijaba en el viernes 23 de octubre del año 4.004 a.C. el momento de la creación de Adán, a las 9 de la mañana; fijó también otras fechas bíblicas. Este cómputo fue aceptado en todo Occidente, y fue incluido en las ediciones oficiales de la Biblia de la Iglesia anglicana; tam-

bién se recogió en un texto litúrgico católico, las populares “Calendas”, que repasaban las principales efemérides antes de Jesucristo.

Además, a finales del siglo XVIII se reforzaba la idea del origen reciente del hombre con los estudios histórico-culturales sobre el hecho constatado del progreso social y técnico de la Humanidad, que había avanzado notablemente en las últimas décadas; parecía lógico deducir de estos estudios que el grado de progreso alcanzado sería mucho mayor si el hombre hubiese empezado a progresar mucho antes.

APORTACIONES ESPAÑOLAS

Mencionaré ahora algunas de las aportaciones españolas al conocimiento de los fósiles en la época prepaleontológica.

Entre las curiosidades que Hernán Cortés envió a España, figuraban grandes muelas y otros restos de animales gigantescos.

Pedro Cieza de León, en su “Crónica del Perú” (1553), habla de las grandes osamentas encontradas en los aluviones de Santa Helena, al norte de Guayaquil.

Diego de Ávalos y Figueroa, en su “Miscelánea” (Lima, 1602), señala la presencia de osamentas semejantes en los alrededores de Tarija, en Bolivia. En efecto, se trata de uno de los más importantes yacimientos suramericanos de mamíferos; en la Colección Paleontológica “Rodrigo Botet” tenemos valiosos restos de “Scelidodon tarijensis”, un gravígrado de la talla de un gran oso..

El Padre José de Acosta, en su “Historia natural y moral de las Indias” (1590), habla de los restos de grandes animales extinguidos encontrados por él en América. Gran sabio, consultor de Felipe II, hace interesantes consideraciones en varios de sus escritos sobre cómo pudieron llegar allí esos y otros animales, tan distintos de los del Antiguo Mundo. Son ideas que se volverían a encontrar en Azara, y tendrían que esperar hasta Cuvier para recibir una atención científica adecuada.

Hay que advertir que en todas las noticias de estos restos americanos se da por supuesto que se trata de animales que allí vivieron.

En el siglo XVIII, el P. Torrubia, en su “Aparato para la Historia Natural Española” (1754), describe numerosos fósiles de los alrededores de Molina de Aragón, en especial trilobites, a los que interpreta como animales parecidos a cangrejos que quedaron petrificados cuando el mar se retiró de esa región; una interpretación sorprendente para la época, que no tuvo el eco que se merecía.

A finales del siglo XVIII, Félix de Azara (1746-1821), en su etapa suramericana, expresó numerosas ideas sobre la evolución de las especies, origen polifilético de algunos grupos, migraciones intercontinentales, y otros temas paleobiológicos, ideas poco extendidas en su tiempo, sólo apreciadas muy posteriormente.

Más adelante comentaré la principal aportación científica española-americana de la época prepaleontológica: el hallazgo, traslado a Madrid, montaje y estudio del megaterio.

EL PROGRESO DE LA GEOLOGÍA

Con la aceptación de un origen tan reciente de la Tierra, era muy difícil elaborar teorías verosímiles para explicar la sucesión de los fenómenos geológicos; pero, a pesar de este lastre, la Geología avanza notablemente en la segunda mitad del siglo XVIII. Se empiezan a estudiar sistemáticamente las formaciones geológicas, y se usa el término “Geología” desde 1778. La disputa entre las escuelas plutonista y la diluvista, con su continuadora, la escuela neptunista de Werner, hace que se estudien las rocas en general y, muy especialmente, las formaciones estratigráficas. Algunos consideran la publicación de la obra de Werner, 1790, como el comienzo de la Geología moderna.

Con estos estudios se multiplican los hallazgos de fósiles y sus colecciones, y se les va situando acertadamente en la columna estratigráfica; pero se avanza poco en su interpretación, frecuentemente dirigida a rebatir la teoría opuesta.

Este avance de la Geología en el siglo XVIII culmina con James Hutton, que expresó el que llamamos hoy “principio del Uniformismo”, como teoría opuesta a las ideas catastrofistas, dominantes hasta entonces: “las leyes y

los procesos naturales han permanecido inmutables a lo largo del tiempo”, lo que equivale a decir que las cosas han ocurrido en el pasado de la misma forma y a la misma velocidad que en el presente. Esto es incompatible con un origen de la Tierra de pocos miles de años.

Sus trabajos los presentó en 1785 en la Royal Society de Edimburgo, y se publicaron en 1788. Eran ideas sorprendentes en el mundo científico: en la historia de la Tierra se había repetido varias veces un ciclo geológico de erosión, sedimentación y elevación (plegamiento, orogénesis), en un tiempo “inconcebiblemente grande”. Para muchos autores, Hutton es el fundador de la Geología moderna. Estas ideas las recogió en su obra “Teoría de la Tierra”, de 1795, dos años antes de su muerte, en un estilo difícil de entender; pero en 1802 se publicó un excelente compendio, fiel, claro y bien ilustrado, que hizo asequibles sus ideas y facilitó su difusión.

Hay que hacer constar que paulatinamente, con los progresos de la Geología Histórica, se iba abandonando la idea de un mundo tan reciente: Buffon (1707-1788), neptunista, le atribuía ya unos 75.000 años. Lástima que no le hicieran caso a Kant, que, con pura lógica, como buen filósofo, matemático y científico, habló en 1775 de “millones de siglos”.

Por terminar este tema, diremos que Charles Lyell, en 1830-1833, enunció y generalizó de forma científica el principio del Actualismo, que supone una clara mejora del Uniformismo: “los fenómenos geológicos que ocurrieron en otras épocas tenían las mismas causas o los mismos condicionantes que los fenómenos actuales”. Sigue siendo el principio fundamental en la investigación geológica: análisis de modelos geológicos actuales y aplicación a los fenómenos geológicos del pasado. Con Lyell la Geología alcanza su madurez.

Por el contrario, el catastrofismo, seguido por Cuvier, era una manera más directa, más sencilla, de concebir la historia de la Tierra: se habían sucedido una serie de grandes catástrofes naturales (erupciones volcánicas, terremotos, inundaciones), que habían acabado cada vez con la vida terrestre, seguidas, cada vez, de una nueva creación de seres vivos, diferentes de los anteriores; el último cataclismo había sido el Diluvio.

Se daba así respuesta a diversos hechos constatados, biológicos y geológicos; se explicaba la extinción y sustitución de una fauna por otra; y permitía acortar el tiempo de esa sustitución. Pero esta solución era simplista, y pronto se vieron los fallos: bastantes especies pasaban de uno a otro período, y el número diferenciable de períodos aumentaba constantemente, resultando incompatible con un mundo muy reciente. Cuvier, fijista y creacionista estricto, tuvo que admitir la sustitución incompleta de las faunas, y el fenómeno de las migraciones, de tan fecunda aplicación en Paleontología, forzando la interpretación para encajar los cambios terrestres en un mundo al que ya concedía unos 50.000 años de antigüedad.

Sus discípulos, sin embargo, ya en plena época paleontológica, se excedieron en el desarrollo del catastrofismo, y D'Orbigny, en 1850, describió 27 períodos, con 27 creaciones, llevando hasta el extremo una teoría insostenible. No obstante, el estudio geológico era excelente, como se puede deducir del hecho de que esos períodos son los que hoy se consideran fundamentales en la historia de la Tierra, claro está que no como resultado de 27 catástrofes universales seguidas de 27 creaciones.

III. EL NACIMIENTO DE LA PALEONTOLOGÍA: CUVIER

George Cuvier (1769-1832), nació en Montbéliard, entonces de la casa de Wurtemberg, anexionado a Francia en 1801. Era de una familia protestante oriunda del Jura francés, emigrada por las persecuciones religiosas. En 1784-87 estudió Anatomía Comparada y Disección en Stuttgart, en la Academia Carolina. En 1788 se traslada a Francia, y es preceptor en una familia noble de Caen. Allí da unas conferencias de Botánica en 1788, y estudia los Moluscos. En 1795, por influencia de Étienne Geoffroid Saint-Hilaire (1772-1844), se traslada a París. Es nombrado miembro del recién fundado Institut National. Trabaja con Geoffroid Saint-Hilaire y publican cinco libros, antes de que se hiciesen mayores sus diferencias, hasta convertirse en rivales científicos.

EL MEGATERIO DE MADRID

Poco después de llegar a París recibe Cuvier el encargo del Instituto Nacional de elaborar un informe sobre un llamativo cuadrúpedo fósil recién montado en Madrid: era el megaterio.

El Prof. López Piñero ha publicado varios extensos artículos sobre el tema, y los ha compendiado en el CD-ROM sobre las “Contribuciones valencianas a la imagen científica del cuerpo humano y de los animales y las plantas del mundo”, editado por esta Cátedra de Eméritos.

Resumiendo brevemente, sabemos que en 1788 habían llegado al Real Gabinete de Historia Natural los restos de un gran cuadrúpedo fósil, extraídos por el dominico P. Manuel Torres cerca de Buenos Aires, y enviados a Madrid por el virrey marqués de Loreto. Se trataba de un esqueleto casi completo, excepto la cola. El valenciano Juan Bautista Bru, disecador del Real Gabinete, lo estudió detenidamente, lo montó y lo figuró en cinco magníficas láminas, calcografiadas por Juan Navarro: una del esqueleto completo, y cuatro con 22 dibujos de diversos huesos. En 1793 estaba terminada la monografía de Bru, pero aún tardó tres años en publicarse.

Mientras tanto, en 1793, pasó por Madrid un miembro del Instituto francés, que consiguió unas pruebas de las láminas del megaterio, que envió a París con una “corta descripción del esqueleto”. El Instituto encargó a Cuvier, que había llegado a París en 1795, un estudio del mismo. Cuvier dedujo que se trataba de un mamífero del mismo grupo que los muy modestos perezosos actuales suramericanos, y así lo publicó en 1796, ilustrado con “una mala copia de la figura del esqueleto entero”, como dijo el propio Cuvier.

Este hecho obtuvo un rápido reconocimiento en el mundo científico: era el primer mamífero fósil montado, interpretado, clasificado y nombrado científicamente: *Megatherium americanum*. Es un hito que señala el nacimiento de la Paleontología como Ciencia.

El mismo año se publica la monografía de Bru, con la descripción completa, muy detallada, y las láminas. Bru advierte que “en cada hueso del esqueleto de que se trata, he procurado no sólo conservar los nombres que dan los anatómicos a los del cuerpo humano cuando hallo alguna relación o semejanza entre unos y otros, sino también los de diversas partes que se advierten en cada uno en particular, como eminencias, salidas, fosas, cavidades, etc.” Y también utiliza para la comparación huesos de elefante, rinoceronte, caballo y otros animales. Es, por lo tanto, un trabajo de Anatomía Comparada.

Bru muere en 1799. En 1804 publica Cuvier su célebre artículo “Sur le megatherium”, utilizando la información complementaria que le ofrecía la monografía de Bru. Cuvier reconoce y elogia el mérito de Bru, y, a continuación de su propio artículo, publica una traducción algo resumida del trabajo de Bru, con sus láminas. Lo mismo hará en 1812, en la primera edición de su gran obra “Recherches sur les ossements fossiles”, obra fundacional de la Paleontología; elogios que ampliará en la 4ª edición, publicada en 1834, dos años después de su muerte.

LOS ÉXITOS DE CUVIER

A comienzos del siglo XIX inicia Cuvier sus estudios sobre los fósiles que se estaban extrayendo del yacimiento de Montmartre de París, del eoceno, de hace unos 50 millones de años. Aplica los que son los dos pilares básicos de la Paleontología: la Anatomía Comparada y la Correlación Orgánica. Al éxito de la interpretación del megaterio por la Anatomía Comparada iba a seguir otro, aún más espectacular, por la aplicación de la correlación existente entre todos los órganos de un animal, de modo que, en el caso de los fósiles, basta un solo hueso, o un fragmento de hueso, para identificar al animal completo.

En efecto, en 1812 aparece en Montmartre el cráneo de un animal, hasta entonces desconocido en Europa. Cuvier deduce que es un marsupial, y pronostica que, cuando se continúe la extracción hasta la pelvis, aparecerá el “hueso marsupial” o epipubiano, característico de estos animales. En medio de una gran expectación, miembros del Instituto se trasladan a Montmartre, donde asisten al hallazgo que había anunciado Cuvier.

En el mismo año se publica la primera edición de “Recherches sur les ossements fossiles”: evidentemente, existía ya una nueva Ciencia. Por cierto, el primer uso del término “Paleontología” se atribuye a Blainville, ayudante de Cuvier a finales del siglo XVIII.

Los éxitos científicos de Cuvier se vieron acompañados del reconocimiento público, con el desempeño de las más altas funciones en las instituciones científicas, y la concesión de relevantes honores personales.

En cuanto a la conocida rivalidad científica con Geoffroy Saint-Hilaire, hay que decir que fue debida, sobre todo, a que éste sostuvo el principio de la “unidad de composición de todos los animales”, en contra de Cuvier, que defendía cuatro tipos diferentes de organización.

Geoffroy estudió especialmente la embriología de los vertebrados, y en 1818-1822 publicó su “Philosophie anatomique”. Sus diferencias con Cuvier se acentuaron cuando pretendió extender sus principios a los invertebrados, hasta llevarles a una solemne disputa ante la Academia en 1830, que no sirvió para convencer al contrario, pero sí para impulsar a ambos a profundizar en la elaboración de sus modelos zoológicos.

Siguiendo la lógica, las ideas de Geoffroy Saint-Hilaire deberían haber sido totalmente evolucionistas, pero él limitaba mucho el ámbito de la evolución; ahora bien, contribuyó claramente a extender las ideas que prepararon el camino a la aceptación de la obra de Darwin..

IV. LOS PROGRESOS DE LA PALEONTOLOGÍA

LA PALEONTOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA

Una vez constituida la Paleontología, sus progresos son espectaculares, con la publicación de un gran número de monografías sobre Paleozoología

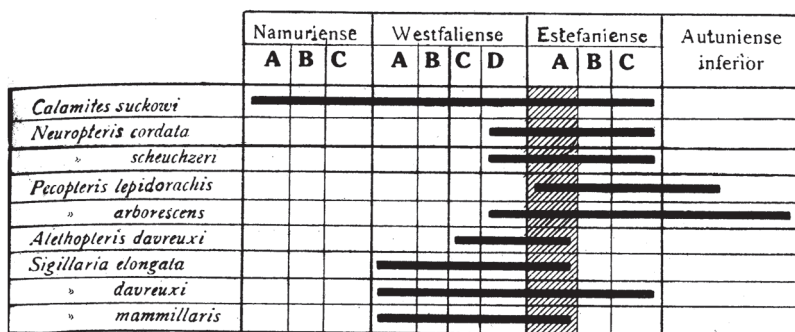


Fig. 3 Diagrama con la distribución estratigráfica de las diferentes plantas fósiles asociadas en la cuenca hullera de Villanueva del Río (Sevilla). De la comparación entre los periodos vitales que corresponden a cada especie, se obtiene el Estefaniense A, como único nivel estratigráfico compatible para todas las especies asociadas. Obsérvese cómo, la consideración de un número reducido de especies (por ejemplo, sólo los Pecopteris y Neuropteris), nos habría conducido a un resultado poco preciso, al no poder definir más que el Estefaniense.

y Paleobotánica; pero estos estudios, en una fase inicial, están polarizados casi exclusivamente en el campo de la Paleontología Estratigráfica. En efecto, se clasifican muchos miles de fósiles, que resultan preciosos para la caracterización de los estratos: es la “época geológica” de la Paleontología, que sería la dominante en todo el siglo XIX. En 1815, William Smith, (1769-1839), considerado el fundador de la Estratigrafía moderna, establece de manera definitiva la caracterización de los estratos por los fósiles que contienen.

Aparece enseguida el concepto de “fósil característico” o “fósil guía”, amplio concepto que engloba tanto a los grupos que sólo han existido en algún período más o menos largo de la historia geológica (trilobites en la Era Primaria, ammonites en la Secundaria), como a las especies singulares que sólo han vivido en una época mucho más corta. Por lo tanto, un fósil será tanto más “característico” de un estrato, nos será un “guía” tanto más útil en la datación de ese estrato, cuanto más extenso sea en sentido horizontal, y menos extenso en sentido vertical; es decir, cuanto mayor haya sido su área de distribución geográfica, y menor el tiempo de su vida en la historia paleontológica. Normalmente, habrá que acudir a asociaciones de fósiles para caracterizar un estrato (fig. 3), pero la Ciencia dispone ya de un eficaz instrumento de trabajo para el estudio de los estratos.

También, durante todo el siglo XIX, se estudia la anatomía comparada de los fósiles, con el fin de clasificarlos adecuadamente; y se van estudiando otros aspectos biológicos de los mismos (crecimiento, asociaciones, tipos ecológicos) y características de sus biotopos. Se prepara así el campo científico para abordar el estudio biológico integral de los fósiles: es lo que hará la Paleobiología, desde su obra fundacional “Fundamentos de la Paleobiología de los Vertebrados”, de Otto Abel, publicado en 1912. La Paleontología estratigráfica ha dejado su protagonismo científico a la Paleontología biológica, la dominante en el siglo XX.

Pero hay que advertir que eso no significa, ni mucho menos, que haya desaparecido la Paleontología geológica, al contrario, se ha potenciado en las últimas décadas. Esto ha coincidido con un espectacular desarrollo de la Micropaleontología, la parte de la Paleontología que estudia las formaciones

microscópicas fósiles. Nos referimos, especialmente, a los microbios con caparazón y a los granos de polen, que son los únicos fósiles íntegros que se encuentran en los testigos que nos sacan las perforadoras desde, a veces, varios miles de metros de profundidad. Hace unas décadas, la mitad de los paleontólogos profesionales eran micropaleontólogos de las empresas de prospección petrolífera, hidrológica y minera.

EL EVOLUCIONISMO EN PALEONTOLOGÍA

En el siglo XIX se van instalando en la Biología las ideas evolucionistas. No es ocasión de ocuparnos expresamente de este gran tema. Sólo decir que en 1809 publica Lamarck su "Philosophie zoologique", el primer intento científico de explicar el hecho de la evolución, claramente expresado ante-

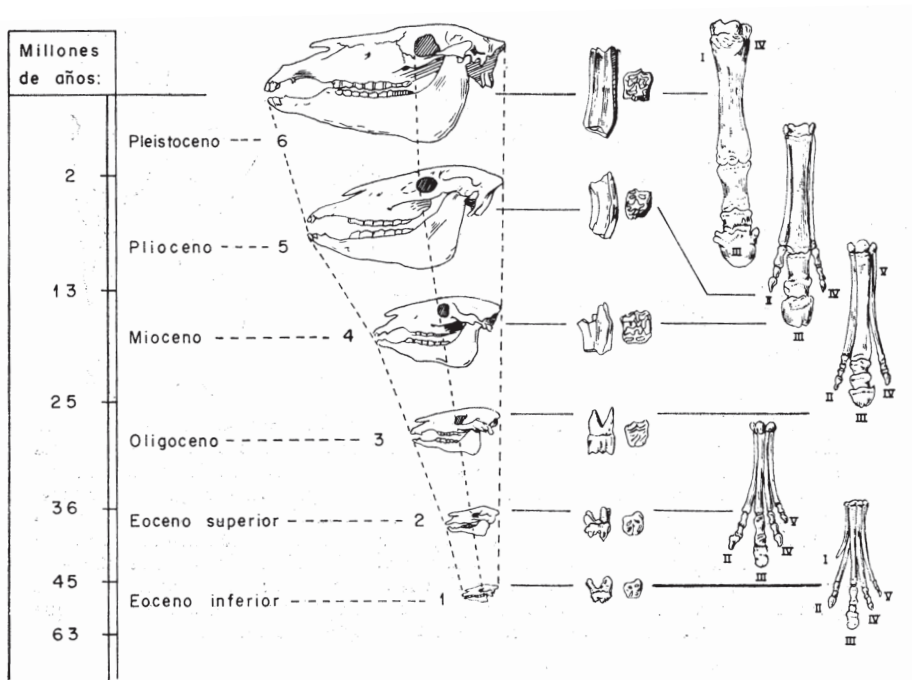


Fig. 4 *Evolución de los Equidos en Norteamérica, durante la Era Terciaria: 1, Eohippus (Eoceno inferior); 2, Orohippus (Eoceno superior); 3, Mesohippus (Oligoceno); 4, Merychippus (Mioceno); 5, Pliohippus (Plioceno); 6, Equus (Pleistoceno). A la izquierda, cráneos; en el centro, molares superiores; a la derecha, extremidades anteriores. Obsérvese el aumento general de talla; la progresiva reducción de los dedos laterales en las extremidades; el aumento en longitud de los molares y su complicación creciente; el mayor desarrollo que proporcionalmente adquiere la región facial del cráneo, etc. (Todos los dibujos a la misma escala relativa, muy reducidos; según OSBORN).*

riormente en otros autores. Cincuenta años después, en 1859, publica Darwin su "Origen de las especies". Ni Lamarck ni Darwin ofrecen una explicación suficiente al hecho de la evolución, cuya realidad, no obstante, iba siendo aceptada en el mundo científico. Hoy nos resulta paradójico que fuese la Paleontología el principal escollo para la aceptación de la evolución, como reconocía el propio Darwin, porque ofrecía, en la interpretación de entonces, los mejores apoyos a la idea de que las especies eran inmutables.

Con el desarrollo de la Genética, en pleno siglo XX, el Neodarwinismo nos acercará a una mejor comprensión de los mecanismos de la evolución, objetivo aún no completado; pero el hecho de la evolución se ha impuesto en el mundo científico, y la evolución ya no se considera una teoría, ni siquiera una doctrina fundamental en la Biología, necesaria para explicar los principales procesos biológicos: hoy se la considera una propiedad esencial de los seres vivos.

Es obvio que la Paleontología ha contribuido más que ninguna otra Ciencia al fundamento y desarrollo de las ideas evolucionistas.

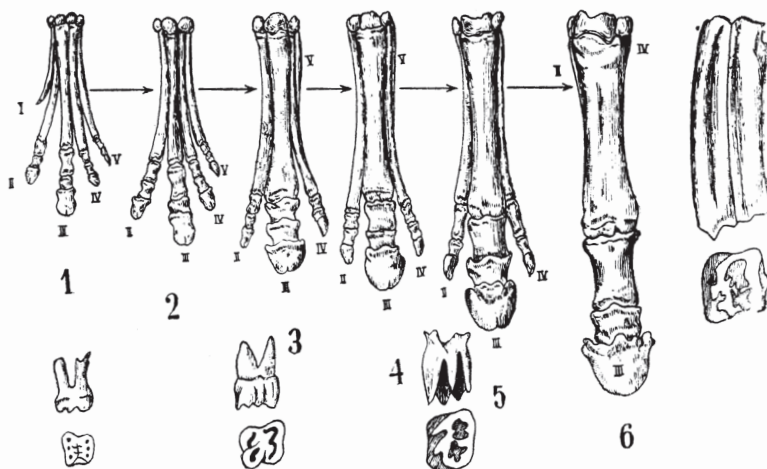


Fig. 5 En la sucesión de formas fósiles de Equidos, durante la Era Terciaria en Norteamérica, asistimos a la transformación de las extremidades, progresivamente adaptadas a la carrera, por la predominancia del dedo central y reducción de los laterales; y al desarrollo y complicación de los molares, progresivamente adaptados al régimen herbívoro seco y duro de las gramíneas. 1, Eohippus (Eoceno inferior); 2, Orohippus (Eoceno medio); 3, Meshippus (Oligoceno inferior); 4, Miohippus (Oligoceno superior - Mioceno); 5, Merychippus (Mioceno - Plioceno); 6, Equus (Cuaternario - Actual). (Todos los dibujos a la misma escala, muy reducidos; según OSBORN).

Con las ideas evolucionistas, aparecen en la Paleontología varios conceptos nuevos: los “árboles genealógicos”, las “series filogenéticas”, los “eslabones perdidos”, las “formas sintéticas”; y cobran nuevo significado los conceptos zoológicos de “formas intermedias”, de “fósiles vivientes”, de “órganos atróficos”. Vamos a considerar ejemplos de algunos de estos conceptos paleontológicos.

Actualmente se conocen, con mayor o menor precisión, un número abundantísimo de series filogenéticas (o filéticas) de vertebrados e invertebrados: formas fósiles escalonadas entre dos especies distantes en el tiempo y distintas en sus caracteres, que representan estadios intermedios sucesivos en los que se detectan un número de caracteres que van cambiando desde

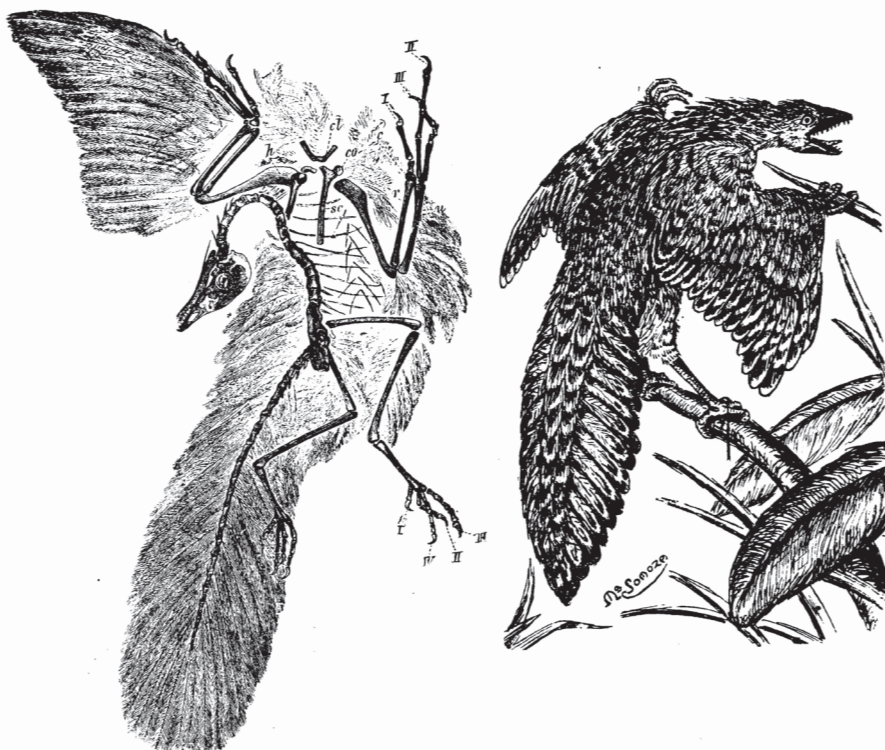


Fig. 6 —*Archaeopteryx lithographica*, del Jurásico superior de Solenhofen (Baviera). A la izquierda, dibujo del fósil que se conserva en el Museo de Berlín ($\times 1/4$): h, húmero; cl, clavícula; sc, escápula; co, coracoides; r, radio; u, cúbito; c, carpo; I, II, III y IV, dedos provistos de garras. (Según STEINMANN en ZITTEL). A la derecha, reconstrucción paleontológica de la Srta Ana María Somoza, basada en ABEL.

la forma más antigua a la más moderna, aproximándose cada vez más a la más moderna. La evolución de unas especies a partir de otras es la única explicación científica al hecho de que existan estas series.

Por su trascendencia histórica en la consolidación de las ideas evolucionistas, nos fijamos en la serie compendiada de los caballos en Norteamérica a lo largo de los últimos 50 millones de años. Se representan 6 géneros como estadios sucesivos de evolución; hay bastantes formas más, en una serie que es casi continua. (fig. 4 y 5)

El concepto de forma intermedia o forma de transición es aplicable a todos los fósiles intercalados en una serie filética; pero se suele aplicar específicamente a un fósil con características mixtas de dos grupos biológicos importantes anterior y posterior a él, situado en el tiempo entre ambos, y que interpretamos inmediatamente como el nexa evolutivo entre ambos.

Por citar los grandes grupos mejor conocidos, las Clases de Vertebrados, se conocen las formas de transición entre Peces Óseos y Anfibios, entre Anfibios y Reptiles, entre Reptiles y Mamíferos, y entre Reptiles y Aves. La expresiva metáfora “cadena evolutiva”, aplicada a cualquier serie filética, se corresponde con la de “eslabón perdido”, aplicada a estas formas intermedias especialmente relevantes.

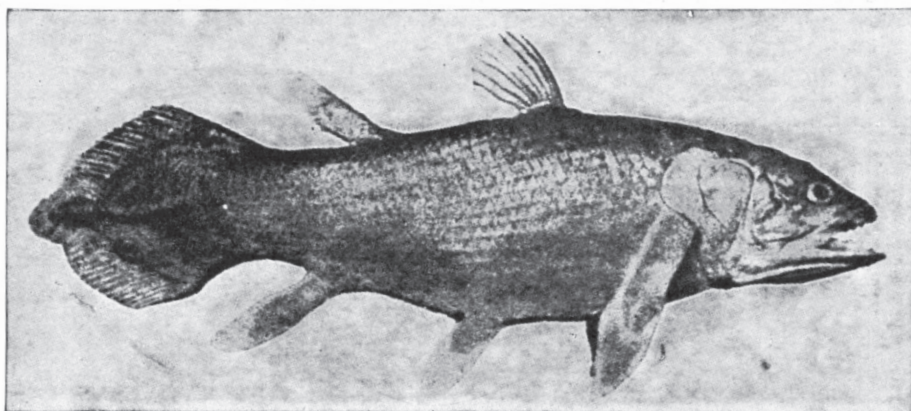
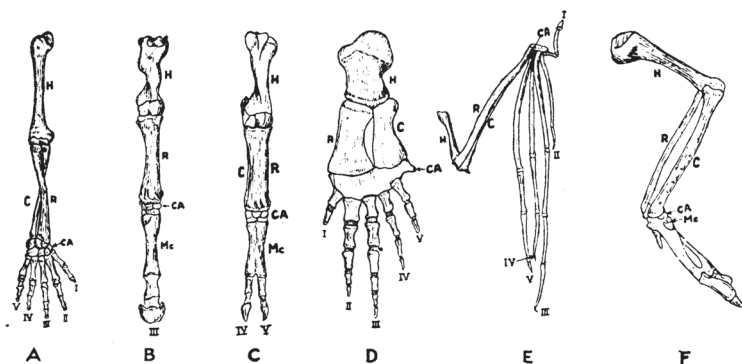


Fig. 7 *Uno de los «fósiles vivientes» más notables, hallado en estos últimos años, el Pez Coelacántido Latimeria chalumnae, pescado en aguas de Madagascar. Su estudio anatómico ha venido a corroborar todas las hipótesis que sobre su anatomía se habían hecho a base de los fósiles de Coelacántidos del Mesozoico. (Mide 1,5 metros de largo). (Según LEONARDI).*



Anatomía comparada del esqueleto de las extremidades anteriores, en diversos Vertebrados: A, quiridio típico, humano; B, de Equus, con un sólo dedo C, de Bos, con dos únicos dedos, y los metacarpianos soldados; D, de Balaenoptera, con huesos muy cortos, y los del carpo soldados; E, de un Quiróptero, con el carpo muy reducido, y dedos muy largos; F, de un Ave, Corvus, cuyo carpo está casi atrofiado, y sólo tiene un dedo bien desarrollado. H, húmero; R, radio; C, cúbito; CA, carpo; Mc, metacarpo; I, II, III, IV, V, dedos de la mano. (Según diversos autores, en SCOTT).

Es significativo el caso de la conexión Reptiles-Aves.

En efecto, los zoólogos del s. XIX habían constatado las semejanzas entre Reptiles y Aves, y los paleontólogos, entre ellos Darwin, habían sugerido el origen de las Aves a partir de los Reptiles. En 1861 se encuentra en Alemania *Archaeopteryx lithographica*, un fósil que presenta reunidos varias docenas de caracteres aviales y reptilianos. Los más llamativos: plumas, perfectamente desarrolladas; dientes en alvéolos; tres dedos, con garras, en las alas; cola larga, de 21 vértebras, con dos plumas a nivel de cada una de ellas. Era el "eslabón perdido" entre reptiles y aves, y sirvió de argumento para la extensión de las ideas evolutivas. (fig. 6) (ver también portada)

El término fósil viviente se aplicó primeramente a algunos animales y plantas, de caracteres primitivos, que aún viven como formas residuales de grupos que fueron mucho más variados e importantes en el pasado. Tal es el caso del modesto "cangrejo cacerola" o cangrejo de las Molucas, superviviente de los Merostomas, grupo de la Era Primaria, que fueron los mayores artrópodos que han existido.

Cuando estaba bastante completo el registro fósil, y algunos grupos se consideraban extinguidos, han aparecido inesperadamente algunos representantes vivos. Así, en 1938 se encontró cerca de Madagascar un pez celacántido, del grupo que fue origen de los tetrápodos terrestres, hace 350

millones de años, que se creía extinguido desde hace 100 millones de años (fig. 7); y en 1952 apareció *Neopilina* en los fondos marinos de Centroamérica, un molusco del grupo de los Monoplacóforos, grupo que se consideraba extinguido hace 350 millones de años.

Muchos animales actuales presentan en su cuerpo órganos sin aparente razón de ser, no funcionales, pero que ocupan en su organismo el lugar de otros órganos que son funcionales en otros animales: son los órganos atroficos. Su interpretación la esclarece la Paleontología cuando puede mostrar que sus antecesores poseían funcionales esos órganos: se trata de un fenómeno de regresión evolutiva, que puede acabar en la pérdida total.

Diversos grados de regresión se pueden observar en los dedos de los Équidos fósiles. (fig. 4 y 5)

Con las ideas evolucionistas, los estudios zoológicos ganan en profundidad.

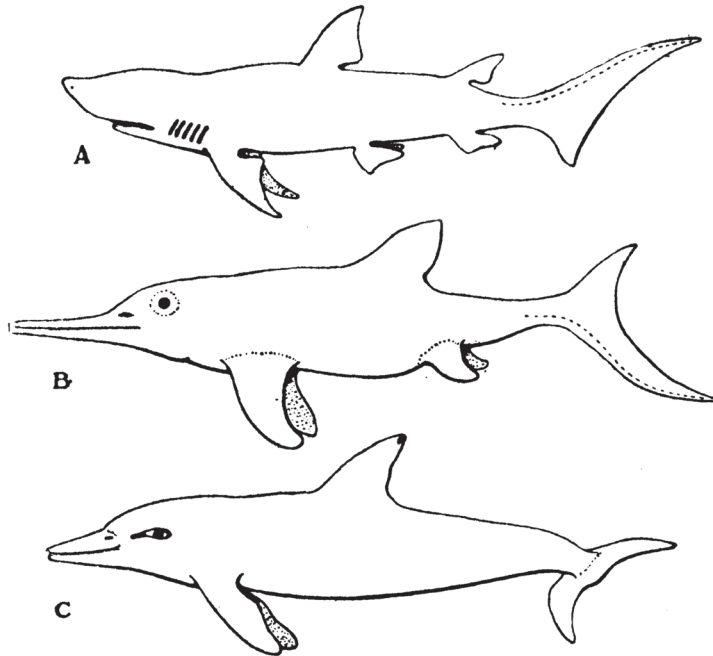


Fig. 9
31. Ejemplo de «convergencia» morfológica entre animales pertenecientes a tres clases sistemáticas distintas de Vertebrados, adaptados a la vida pelágica: A, Escualo (Pez Elasmobránquio); B, Ichthyosaurio (Reptil adaptado a la vida marina, que vivió en la Era Secundaria); C, Delfín (Mamífero Placentado). Todos presentan forma fusiforme, extremidades transformadas en aletas natatorias, y aletas dorsal y caudal. (Según CUÉNOT).

En efecto, tras una primera etapa en que preponderó la Zoología Descriptiva, se había abordado la Taxonomía científica, basada en la Anatomía Comparada y la Embriología, (recordemos a Cuvier y Geoffroid Saint-Hilaire). A mediados del siglo XIX, la misión más profunda de la Zoología era detectar y diferenciar los “órganos homólogos” y los “órganos análogos”, y, en consecuencia, clasificar científicamente a los seres vivos por sus caracteres constitutivos, sin dejarse engañar por apariencias superficiales.

Los avances de la Taxonomía se ven ahora enriquecidos y fundamentados por la aceptación del hecho evolutivo: la semejanza de sus órganos homólogos es ahora signo de parentesco, y la semejanza entre los seres que viven en el mismo medio se explica porque se han adaptado eficazmente a ese medio.

Dicho de otra forma, un mismo órgano (por ejemplo, el quiridio de los tetrápodos), toma formas distintas por adaptación funcional a distintas misiones (correr, cavar, nadar, volar, trepar) (fig. 8); mientras que la adaptación a una misma función, (desplazarse más fácilmente en el agua), produce una forma hidrodinámica del cuerpo similar en animales diversos. (fig. 9): la divergencia adaptativa hace que parezcan diferentes unos órganos que son homólogos, y la convergencia adaptativa hace que parezcan similares unos órganos que son análogos.

V. LA PALEONTOLOGÍA MODERNA

A lo largo del siglo XX, la Paleontología ha alcanzado un gran desarrollo, y ha diferenciado un conjunto de Ciencias Paleontológicas. Basta enumerar sus principales ramas: Tafonomía, Biostratonomía, Paleobiogeografía, Paleobioquímica, Paleoicnología, Paleoecología, Paleoetología, y el grupo de la Paleofisiología (Paleopatología, Paleoteratología, Paleontogenia, Paleoneurología y Paleopsicología). En todas estas Ciencias se han producido y se están produciendo avances impensables hace no mucho tiempo, acompañando a los avances en las Ciencias de la Geología Histórica, especialmente en las Ciencias Estratigráficas, y, en general, en toda la Biología y Geología

La Paleontología dispone, desde luego, de nuevos instrumentos y nuevos métodos muy eficaces: estudios estadísticos, isótopos, análisis pre-

cisos, microscopio electrónico, ordenadores, que nos permiten llegar a esos resultados, muchas veces muy significativos para el progreso de la Ciencia. Citaré dos ejemplos: actualmente podemos conocer la temperatura del mar hace decenas de millones de años, con error, a veces, menor de un grado, por la proporción de O^{16} y O^{18} en las conchas de los moluscos fósiles; y el estudio de las microestrías de los dientes de los hombres de Atapuerca, nos ha permitido deducir que, aproximadamente, un 30% eran zurdos y un 70% eran diestros.

Para enmarcar las múltiples investigaciones científicas que confluyen en el conocimiento paleontológico, podemos considerar los procesos por el cual un ser vivo se ha convertido en un fósil.

La Paleontología estudia los diversos ecosistemas de la historia geológica: han existido muchos biotopos, ocupados por diversas biocenosis, estructuradas como ahora (productores, consumidores, desintegradores), con sus pirámides alimenticias y todas sus complejas relaciones intraespecíficas e interespecíficas. Ahora bien, lo que ahora encontramos son yacimientos de fósiles, es decir, unas rocas determinadas que contienen algunos fósiles. Y nuestro objetivo es reconstruir el ecosistema originario. Para cualquier yacimiento es aplicable el esquema siguiente.

En cualquier biocenosis se va produciendo la muerte de sus componentes y la consiguiente acumulación de sus cadáveres. Es el proceso 1º: una Biocenosis, comunidad de vivos, da origen a una Tanatocenosis, comunidad de muertos. Las causas de la muerte son variadas, y también lo son las fuerzas que originan la acumulación de los cadáveres. Unas veces la acumulación tiene lugar en el mismo biotopo que habitaba la biocenosis, y se originan yacimientos autóctonos; otras veces, se acumulan en un lugar cadáveres procedentes de biotopos distantes, que dan lugar a yacimientos alóctonos; generalmente, los yacimientos contendrán fósiles de carácter autóctono y otros de carácter alóctono.

El proceso 2º que se requiere para la fosilización es el enterramiento de esos cadáveres: que la Tanatocenosis dé lugar a una Tafocenosis. El proceso

debe ser relativamente rápido para evitar que se destruyan los cadáveres por múltiples causas.

El proceso 3º es la fosilización de los cadáveres: que la Tafocenosis se transforme en una Orictocenosis. Normalmente, no fosilizan los animales sin esqueleto mineralizado, los muy jóvenes, las formas larvarias. A veces, se deforman notablemente durante la fosilización o después de formado el yacimiento, siguiendo las vicisitudes de los estratos.

Es patente que cada uno de estos procesos hace una selección de las formas anteriores; en consecuencia, la Orictocenosis final puede ser muy diferente de la Biocenosis originaria.

Una vez formado el yacimiento, pueden pasar muchos millones de años hasta que sus fósiles sean recolectados por el hombre. Entonces empezará el trabajo de los paleontólogos, con el objetivo final, difícil, pero no utópico, de reconstruir el ecosistema originario, al menos con un cierto grado de aproximación, que irá creciendo con nuevos estudios. Para este trabajo cuenta con los datos biológicos de los fósiles, y los datos geológicos de los estratos, a los que aplicará las técnicas de estudio de la Paleontología.

De todos estos procesos se pueden presentar múltiples ejemplos, lo mismo que de los logros obtenidos.

Aunque en un trabajo de carácter general, como es éste, nos ocupamos sobre todo de la Paleozoología, la Paleobotánica es una Ciencia enteramente similar a ésta en sus fundamentos, sus métodos y sus objetivos; también en sus logros, y en el gran desarrollo de algunas de sus ramas, como es el caso de la Palinología paleontológica.

EL ORIGEN EVOLUTIVO DEL HOMBRE

Nos queda por mencionar el gran tema del origen del Hombre. El tema desborda los límites de este trabajo, mucho más si se tienen en cuenta sus repercusiones socio-culturales. La inmensa controversia sobre la Evolución se ha alimentado, sobre todo, por las enfrentadas posiciones sobre al origen evolutivo del hombre; pero en la actualidad, afortunadamente, las posiciones fundamentalistas están fuera del campo científico.

Por la naturaleza de este trabajo, sólo se puede reseñar aquí lo más notable de la problemática y de los avances obtenidos en el desarrollo científico de este tema que tanto nos interesa.

La singularidad humana

Hasta que se desarrollaron las ideas evolucionistas, no se pudo abordar científicamente el problema del origen del hombre. Incluso el propio Darwin no lo estudia expresamente hasta 1871, doce años después de su “Origen de las especies”.

El planteamiento inicial, necesariamente, era demasiado esquemático y presentaba muchas dificultades. La proposición “El Hombre descende del Mono” no se puede entender científicamente si no se sabe qué es el Hombre, qué es el Mono, y qué es descender. La dificultad en llegar a una explicación aceptable se veía acrecentada por el hecho de que ya existían conceptos previos sobre el tema, que eran falsos: se pensaba que todos los humanos que habían existido eran como los hombres actuales; se situaba su origen en los monos actuales; y se buscaba el “eslabón perdido” entre ellos. El registro fósil humano era muy escaso, y aún tardaría bastante tiempo en completarse en forma de una serie filética significativa.

En una fase posterior, y con una expresión más acertada, se habla del proceso de “hominización” como una serie de cambios producidos en poblaciones de simios hasta dar lugar a unos nuevos seres, los humanos. Los principales cambios han sido: postura bípeda; reducción de la cara y la dentición (caninos, tercer molar); y, sobre todo, aumento del cerebro.

En ningún carácter óseo se puede precisar el límite entre hombre y mono. En consecuencia, se acude a la presencia de instrumentos fabricados como signo de haberse traspasado el “umbral de la hominización”, ya que existe un abismo entre los “instrumentos” que usan los simios actuales y los más primitivos fabricados por los hombres. El uso de instrumentos se nos presenta así como el primer signo reconocible de la mente humana.

Ahora bien, se supone que los primeros instrumentos que usó el hombre serían palos y piedras sin manipular, que no conservan signos de su uso por el hombre. Sí se pueden conservar huellas del uso humano en huesos, dientes y cuernos que el hombre debió utilizar muy pronto, pero no

se han encontrados esas huellas de manera clara en época muy temprana; las formas estudiadas de esta “cultura osteodontocerátida” corresponden a épocas posteriores.

Enseguida aparecieron los instrumentos líticos, que son abundantes por su fácil conservación, y porque el hombre los fabricaba ocasionalmente, cada vez que los necesitaba.

El uso de instrumentos, en su dimensión paleontológica, supone una revolución decisiva: aparece la “fase instrumental” en la Biosfera y, especialmente, en la Selección Natural. Cuando unos seres utilizan instrumentos, el que lleva ventaja en la lucha por la existencia no es ya necesariamente el más grande, el más fuerte o el más resistente, sino, también, el que usa más adecuados instrumentos y el que los usa más acertadamente; es decir, el más inteligente. Esto equivale a decir que la aparición de la inteligencia conlleva una revolución en las pautas de la Evolución.

Fácilmente se comprende que la aparición de instrumentos tenía que ir acompañada de otros efectos de la mente, como son la asociación a un nivel superior al de los grupos de simios, y la comunicación más eficaz entre los miembros de esa sociedad. Por ser inteligentes, los grupos humanos veían potenciadas sus ventajas en la lucha por la existencia, y llegarían a triunfar progresivamente del medio biológico y geológico hasta el grado que vivimos.

Con la presencia de industrias líticas la Paleontología encuentra un nuevo apoyo en la Arqueología, Ciencia histórica, como la Paleontología, pero con nuevos métodos.

Los pasos hacia el Hombre.

Podemos señalar los principales pasos que se reconocen actualmente en la línea evolutiva del hombre, desde su separación de los monos antropomorfos.

Hace unos 5-6 Ma (millones de años) se iniciaron cambios significativos en los monos que habitaban las selvas lluviosas de África. El primer carácter detectado es la reducción de los caninos que presenta *Ardipithecus ramidus*,

de hace 4'5 Ma, que parece ser el primer homínido conocido, habitante aún de la selva lluviosa; era vegetariano, sobre todo folívoro.

Entre 4'17 y poco menos de 2'5 Ma se encuentran en África varias especies de *Australopithecus*, homínidos sin duda. Se ha producido un cambio en su hábitat, que sería un bosque menos lluvioso, menos denso, o manchas arbóreas disyuntas; su dieta era vegetariana, pero ya no sólo de partes blandas, sino también de partes duras, como semillas. Se van haciendo bípedos, conservando primero unos brazos largos, signo de que aún eran trepadores, y adquiriendo al final la postura erecta y las proporciones humanas. Ahora bien, su cerebro no crece de manera significativa, y no se ha encontrado ningún signo de que utilizase instrumentos; pero parece obvio que la postura erecta ofrecía más facilidad al futuro crecimiento en volumen del cráneo.

La talla de los australopitecos próximos a la línea humana era menor que la del hombre actual, similar a la del chimpancé.

Los instrumentos líticos aparecen en los yacimientos hace unos 2'5 Ma; la primera asociación cierta de instrumentos líticos y un fósil humano, aún no determinado, se data en 2'33 Ma.

En las sabanas del África Oriental, entre 2 y 1'6 Ma, habitó el *Homo habilis*, no muy diferente de los australopitecos en la postura bípeda y en la talla, pero su cara era algo más pequeña y su cerebro algo mayor. Fabricaba instrumentos líticos muy sencillos del Modo Técnico I (Oldowayense o pebble-culture), con un filo, que era suficiente para cortar la carne, lo cual suponía incorporar un valioso nutriente a la que había sido hasta entonces la dieta de los homínidos. Su mayor cerebro favorecía, además, su capacidad de asociación y de comunicación. Se admite generalmente que es el primer hombre conocido.

El *Homo ergaster* se encuentra en África entre 1'8 y 1'4 Ma, en el mismo biotopo que el *H. habilis*, pero en un área mayor. Son significativas sus diferencias con *H. habilis*: su talla y sus proporciones son ya como las de un hombre actual; pero, además, su cerebro es notablemente mayor, de 800 a 900 c.c. Inicialmente fabrican instrumentos primitivos como el *H. habilis*,

pero posteriormente fabrican bifaces (Modo Técnico II o Achelense). Muy pronto pasaron a Eurasia, cuando aún estaban en el estadio cultural del Modo Técnico I, y se extendieron por África.

En el Extremo Oriente, en Java, descubrió Dubois en 1891 el *Pithecanthropus erectus*, al que denominó así, "hombre-mono", porque creyó haber encontrado el "eslabón perdido" entre ambos. En las formas de pitecántropos de Chukutién, cerca de Pekín, más recientes (entre 600.000 y 300.000 años), la capacidad craneana llega a sobrepasar los 1.200 c.c., pero no se han encontrado bifaces asociadas a ellos.

No se puede decidir si *H. ergaster* y *H. erectus* son dos especies, o es la misma. Desde luego, son formas parecidas, algo más robustos los pitecántropos.

Recientemente han aparecido en Atapuerca unos fósiles humanos de unos 800.000 años de antigüedad, próximo, por su morfología, al *H. ergaster* y los pitecántropos, de unos 1.000 c.c. de capacidad craneana, pero de rasgos más modernos. Por eso se ha creído que estamos ante una especie nueva, *Homo antecessor*, cuyo nombre lo señala como próximo al posible origen de neandertales y hombres modernos o cromañones. Esta opinión aún no ha tenido una aceptación general.

Como es lo normal, hay que esperar nuevos hallazgos con nueva información; estos hallazgos se dan por seguros en Atapuerca, ya que sólo se ha excavado la parte superficial de la Gran Dolina, donde ha aparecido el *H. antecessor*.

Desde hace 600.000 años se encuentra el grupo de los neandertales en una extensa área de África, Oriente Medio, Asia hasta la India, y Europa. Primero se encuentran los preneandertales, que suelen englobarse con la denominación de *Homo heidelbergensis*, primer nombre asignado sobre la base de la mandíbula de Mauer, en Alemania, de unos 500.000 años; el fósil más antiguo de este grupo procede de Eritrea, de 600.000 años. En *H. heidelbergensis* van apareciendo y se van desarrollando los caracteres neandertaloides, hasta encontrarse integrados en el *Homo neanderthalensis* de hace unos 130.000 años: robusto, corpulento, de frente huidiza, con acusado toro supraorbitario, y gran capacidad craneana, algo superior a la del hom-

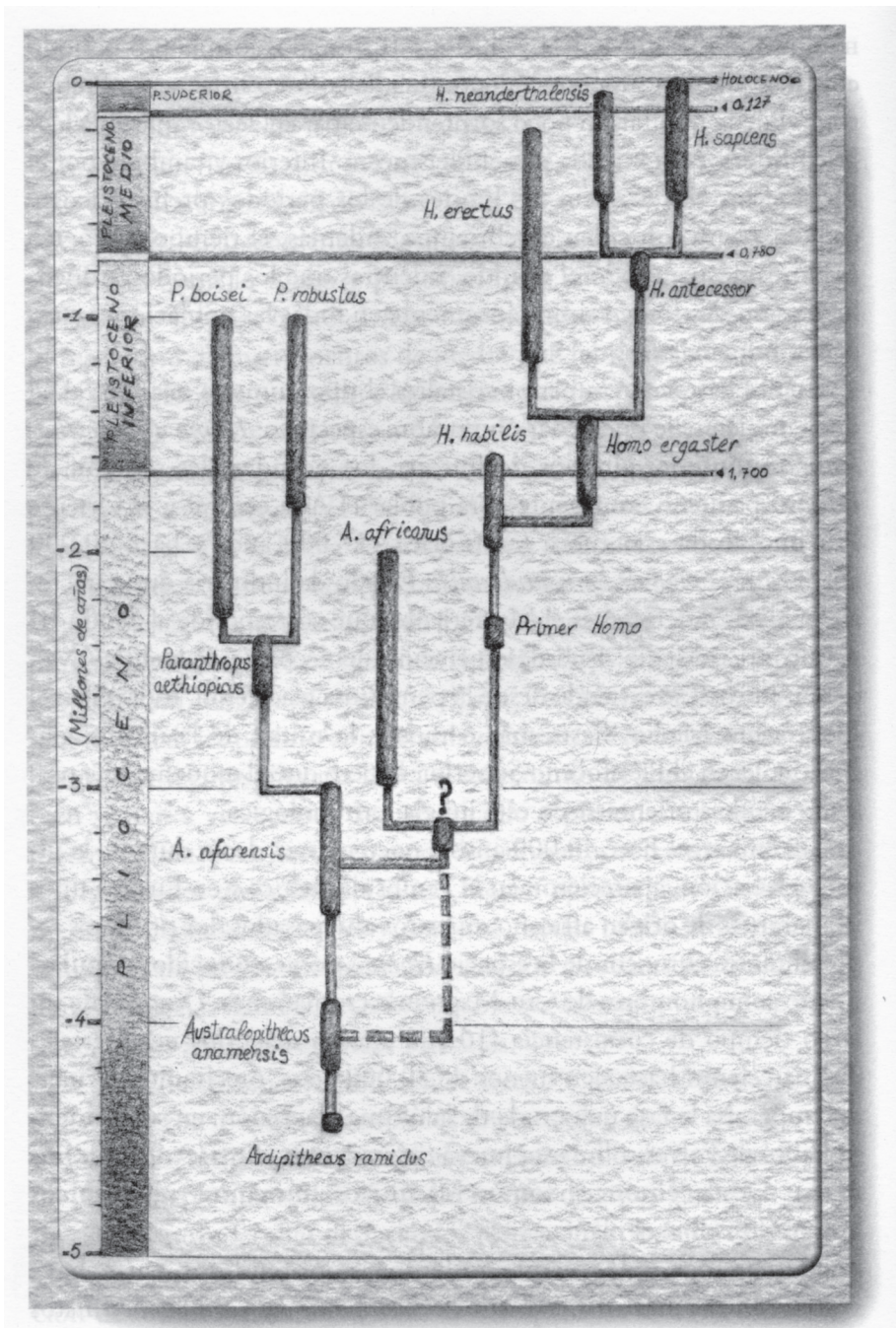


Fig. 10

bre actual. Es el autor del Modo Técnico III o musteriense, con instrumentos líticos bastante variados.

Se le encuentra por primera vez en el interglaciar Riss-Würm y perdura hasta hace 30.000 años, en pleno Würm. Vivía en grupos, era cazador, usaba el fuego y enterraba a sus muertos. Evolucionó en Europa, y aquí se extinguió.

Hace 40.000 años llegó a Europa el hombre actual, los cromañones, procedentes de Oriente Medio, originados en África. Es el Homo sapiens, el único que vive actualmente de todos los homínidos y humanos que le precedieron. Aunque eran menos robustos y peor adaptados al frío que los neandertales, los sustituyeron completamente en 10.000 años, aun antes de que se alcanzase el máximo glaciar del Würm.

Su superioridad hay que atribuirle a una mejor cultura: instrumentos del Modo Técnico IV (las variadas industrias del Paleolítico Superior, en sílex, hueso y marfil), con mejor organización social y mayor riqueza de símbolos: adornos, ritos, arte.

Finalmente, haré una alusión a la mayor revolución cultural de la Humanidad: el Neolítico. Hace 8.000 años, en Oriente Medio, el hombre recolector, cazador, nómada, se ha hecho agricultor, ganadero, sedentario. Una nueva industria, la cerámica, le permite cocinar los alimentos. Otros instrumentos facilitan su actividad: piedra pulimentada, anzuelos, ruedas. Se desarrolla la propiedad privada de casas, campos y animales, según unas normas, unos códigos.

Muy pronto, todo será otra historia: será la Historia.

Incluyo aquí el cuadro de la filogenia humana que presenta J.L. Arsuaga, codirector de Atapuerca, como un resumen de los principales datos e ideas que hemos considerado anteriormente. (fig. 10)

EPÍLOGO

Como indica el título de este trabajo, nos hemos ocupado brevemente del pasado y del presente de la Paleontología; pero, ¿podemos decir algo de su futuro?

Sin la más mínima pretensión de entrar en los terrenos de la profecía, de las ilusiones o de la fantasía, que son campos no científicos, parece que el microscopio electrónico, la estadística, los análisis, los isótopos, el conocimiento del genoma, los ordenadores, tienen aún mucho que decir para la Paleontología, a juzgar por los resultados obtenidos.

Tampoco se puede descartar el hallazgo de nuevos métodos o nuevos instrumentos eficaces al servicio de la Ciencia; y, ya en el puro campo de la fortuna, es posible que aparezcan algunos fósiles de especial valor paleontológico entre los que se van recolectando, que son muchos cada año, pero siempre una ínfima parte de los que guarda la Tierra.

Sin confiar en estos eventuales recursos, sí tenemos derecho a esperar que el continuado trabajo en las líneas ya iniciadas nos lleve a un mayor conocimiento de los seres vivos y de los ecosistemas del pasado.

Para terminar, les propondré un ejemplo de la conexión de la Paleontología con otras Ciencias.

En 1963, un paleontólogo estudió el crecimiento de los corales del ordoviciense, hace 400 millones de años. Sucede que en el mesénquima de los corales, viven unas algas simbióticas que realizan la función clorofílica durante el día, con lo que aportan nutrientes que aprovecha el coral para realizar sus funciones vitales, entre ellas crecer. Así crece su esqueleto externo en una cierta cantidad cada día que se añade a la del día anterior, como un anillo, que se distingue del anterior por una estría. El paleontólogo determinó que, al cabo de un año, los corales del ordoviciense habían formado 405 ó 406 anillos, y dedujo que el año, entonces, tenía 40 días más que ahora. Como se considera constante el movimiento de traslación alrededor del sol, eso significa que el movimiento de rotación se va ralentizando, en el valor aproximado de un día al año cada diez millones de años, es decir, $5'8 \times 10^{-8}$ s al día. Su observación, inicialmente, no llamó la atención de los científicos.

Diez años después, un físico dedujo que en la rotación terrestre se tenía que producir un retardo continuo por el hecho del flujo y reflujo de la marea, que modifica el momento de rotación de la Tierra, y produce la llamada fricción mareal. Sorprendentemente, su cálculo de lo que debía ser este retardo coincidía con el que había deducido el paleontólogo.

Ante la imposibilidad de realizar una medición directa, los científicos consideraron qué fenómenos naturales podrían verse afectados por este retardo del día, y se pensó en los eclipses de sol, porque si el día se alarga, el eclipse debía empezar antes. Se encontraron testimonios históricos de algunos eclipses de hace más de 2.000 años, pero no precisaban la hora, excepto un eclipse en Pekín, el año 1.050 a.C., que fue total a la puesta del sol. Ese día, hace unos 1.114.000 días, había sido sólo 65 milésimas de segundo más corto que los actuales, pero, desde entonces, cada día había sido un poco más largo y había empezado un poco después del anterior, es decir, se sumaban los retardos; la expresión matemática que lo expresa es una integral de T^2 , y el retardo total, hasta ahora, resulta de más de tres horas. Si se calcula el momento del eclipse con la duración del día actual, no habría habido eclipse total en Pekín, sino en el Tibet, a tres husos horarios.

Aún se encontró un segundo fenómeno natural que debía estar afectado por el alargamiento del día: la distancia de la Luna a la Tierra. En efecto, el momento de rotación del sistema Tierra-Luna debe permanecer constante; lo que pierda la Tierra por girar más despacio, lo tiene que ganar la Luna, bien girando más deprisa, cosa que no ocurre, bien alejándose de la Tierra unos 3'5 cm. al año. Cuando fue posible medir la velocidad de alejamiento de la Luna, se comprobó que era ésa.

Estos espectaculares logros científicos comenzaron cuando un paleontólogo supo interpretar las estrías de crecimiento de los corales de hace 400 millones de años.

ILUSTRACIONES

Portada (Fossile Schätze, Edition Leipzig, p. 15)

Lámina (Fossile Schätze, Edition Leipzig, cubierta posterior)

Fig. 1 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 47)

Fig. 2 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 46)

Fig. 3 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 185)

Fig. 4 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 140)

Fig. 6 (Manual de Paleontología, Ed. Paraninfo, p. 313)

Fig. 6 (Manual de Paleontología, Ed. Paraninfo, p. 313)

Fig. 6 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 11)

Fig. 7 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 148)

Fig. 8 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 148)

Fig. 9 (Paleontología, T. 1, Ed. Paraninfo, p. 148)

Fig.10 (El collar del neandertal, Ed. Temas de Hoy, p.78)

BIBLIOGRAFÍA

ARSUAGA (J.L.), El collar del neandertal. En busca de los primeros pensadores. Temas de hoy. Madrid, 1999.

ARSUAGA (J.L.), El enigma de la esfinge. Círculo de Lectores, Barcelona, 2001.

AYALA (F.J.), Origen y evolución del Hombre. Alianza Editorial, 4ª ed. Madrid, 1986.

AYALA (F.J.), La Teoría de la Evolución. De Darwin a los últimos avances de la Genética.

Temas de Hoy. Madrid, 1994.

CRUSAFONT (M), MELÉNDEZ (B), AGUIRRE (E), La Evolución. BAC, 2ª Ed. Madrid, 1974.

DOBZHANSKY (T.), Evolución. Omega, Barcelona, 1988.

GUTIÉRREZ CABRIA (S.), Dios, ciencia y azar. BAC. Madrid, 2003.

HARRIS (M.), Nuestra especie. Alianza Editorial, Madrid, 1995.

LEAKEY (R.E.), La formación de la humanidad. Serbal, Barcelona, 1981.

LEAKEY (R.E.) y LEWIN (R.), Nuestros orígenes. Crítica, Barcelona, 1994.

MELÉNDEZ (B.), Paleontología, T. 1. Paraninfo. Madrid, 1970

TEMPLADO (J.), Historia de las teorías evolucionistas. Alhambra, Madrid, 1974.