



73

L. GARCIA-AMORENA, E. MOLINA, J. J. GOMEZ, I. ALONSO,
R. VALENZUELA, A. CERVERA, G. PARDO

ASPECTOS DIDÁCTICOS DE
CIENCIAS NATURALES (GEOLOGÍA). 3.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACION
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

L. GARCÍA-AMORENA, E. MOLINA, J. J. GÓMEZ, I.
ALONSO, R. VALENZUELA, A. CERVERA, G. PARDO

EDUCACION ABIERTA, 73

CONSEJO DE DIRECCIÓN:

Director:

Agustín Ubieto Arteta, Director del I. C. E.

Vocales:

Arana Pérez, Juan.
Barrios Adán, Cristina.
Bernad Mainar, Juan Antonio.
Bueno García, Concepción.
Escudero Escorza, Tomás.
Estrada Díez, Eugenio.
Garcés Campos, Ramón.
García-Amorena Sánchez, Luis.
Gargallo Sanjoaquín, Manuel.
Giménez Alvira, José Ángel.
Heredía Manrique, Alfonso.
Martínez Medrano, Eulalia.
Palacián Gil, Emilio.
Querol Insa, M.^a Pilar.

Redacción:

I. C. E. Universidad de Zaragoza.

ASPECTOS DIDACTICOS DE CIENCIAS NATURALES (GEOLOGIA), 3

ZARAGOZA

1987

ÍNDICE

Presentación , por LUIS GARCIA-AMORENA SANCHEZ	7
Geología urbana. Aplicación a la ciudad de Zaragoza , por LUIS GARCIA-AMORENA SANCHEZ	11
Origen y evolución de los homínidos , por EUSTOQUIO MOLINA	27
Didáctica de la Cristalografía y de la Mineralogía en Bachillerato y COU , por J. JAVIER GOMEZ VELASCO e IN- MACULADA ALONSO CHAVARRI	57
Explotaciones mineras abandonadas: su aprovecha- miento didáctico , por RAFAEL VALENZUELA CONTHE	89
Las prácticas de campo en Geología de BUP , por AMPA- RO CERVERA VILLAR y GONZALO PARDO TIRAPU	113

Depósito Legal: Z. 2512-87
I.S.B.N.: 84-7791-004-9

queológicos nos indican que por esta parte construyeron los romanos un puerto fluvial que comunicaba Zaragoza con el Mediterráneo. Igualmente, tendieron un puente que, a través del valle del Gállego, la comunicaba con las tierras del norte, del Pirineo, de la Galia (de ahí el nombre de río *Gallicus*). Este puente, conocido actualmente como el puente de Piedra, ha sufrido numerosos derrumbamientos a lo largo de su historia, uno de los cuales lo podemos ver en el conocido cuadro de Velázquez y Mazo. Su estructura actual es gótica, construido en sillería caliza blanca, y de la obra romana sólo quedan algunos machones interiores.

En él finalizamos el recorrido por la ciudad fundada hace más de 2.000 años por los romanos a orillas de ese río, el que sería para ellos el padre Ebro, como ya lo había sido para sus anteriores pobladores, sedetanos e iberos, y lo sigue siendo en la actualidad para nosotros, a pesar de tan mer-mado y contaminado como lo estamos dejando.

4. BIBLIOGRAFIA

- BELTRÁN, Antonio, *Historia de Zaragoza. La Antigüedad (desde los orígenes hasta el siglo IV)*. Zaragoza, 1976.
- BESTEIRO, Josefa, y otros, *Simetría en ornamentaciones periódicas: algunos grupos de la Aljafería y de la Seo de Zaragoza*. «Rev. Acad. Ciencias Zaragoza», nº 37 (Zaragoza, 1982), pp. 113-122.
- CARRILLO, Leonor, y otros, *Investigación sobre la geología de muro*. «Cultural 85», Diputación Provincial de Zaragoza (1986), pp. 49-64.
- FATÁS, Guillermo, y otros, *Guía histórico-artística de Zaragoza*. Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza, 1982.
- PARRA, Fernando, *El naturalista en la ciudad*. Tecnos, Madrid, 1985.
- SAN MIGUEL, María, *La enseñanza de la Geología en la ciudad*. «Actas de las I Jornadas de las Ciencias Naturales y su didáctica», I.C.E. Valencia (1984), pp. 467-475.

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS HOMÍNIDOS

EUSTOQUIO MOLINA
Profesor Titular del Departa-
mento de Paleontología de la
Universidad de Zaragoza

1. HISTORIA Y ESTADO ACTUAL DE LA PALEOAN- TROPOLOGÍA

Desde antiguo, el hombre se ha preguntado acerca de nuestro origen, resultando así lo que el teólogo Paul TILLICH denominó "inquietud fundamental", que sería el deseo humano de resolver la incertidumbre de nuestra procedencia. En el pasado se han desarrollado religiones y mitologías encaminadas a proporcionar a los hombres respuestas a dicha inquietud. Nuestra civilización occidental, durante más de un milenio, se ha basado en la concepción religiosa judeocristiana. La interpretación de la Biblia, en la que se trató de buscar respuesta a nuestro problema, llevó al arzobispo James USSHER, en 1650, a situar la creación del mundo en el año 4004 antes de Cristo. Aún llegó más lejos John LIGFOOD, precisando que fue el 23 de octubre a las 9 horas y que seis días después aparecería el hombre. Otras interpretaciones más conocidas e igualmente erróneas alcanzaron gran difusión, hasta que la Ciencia pudo aportar una respuesta más real. En este sen-

tido, el paleontólogo Teilhard de CHARDIN, jesuita francés, realizó en la década de 1940 una importante labor para la religión católica, profundizando en la síntesis finalista entre ciencia y fe. Así, armonizó las teorías científicas y religiosas sobre el origen, naturaleza y destino del universo y del hombre, con un enfoque integralmente evolucionista.

Ahora bien, casi un siglo antes, la teoría de la evolución por selección natural de Charles DARWIN, fue el punto de partida para atacar la concepción judeocristiana sobre el origen del hombre. En 1859 se publicó *El origen de las especies*, donde DARWIN evitó el delicado tema de la evolución humana, excepto en una frase: «Se hará la luz sobre el origen del hombre y su historia». Sin embargo, fue su amigo Thomas Henry HUXLEY (1863) quien en su obra *Evidence as to Man's Place in Nature*, expuso valientemente lo que DARWIN había insinuado. Ahora bien, DARWIN, una vez constató el éxito de su teoría evolutiva dentro de la comunidad científica, se atrevió a difundir sus ideas acerca del espinoso tema de la evolución humana, publicando en 1871 su obra *El linaje del hombre*. Así, DARWIN y HUXLEY dieron a entender que el hombre descendía de alguna forma modestamente organizada, próxima a los grandes monos antropomorfos africanos (chimpancé y gorila). Hoy, más de un siglo después de estas afirmaciones, los datos científicos corroboran esta hipótesis. Sin embargo, esto levantó grandes polémicas en la sociedad del siglo XIX, sufriendo rotundos ataques de la Iglesia e incluso de ciertos científicos.

No obstante, el paradigma evolutivo aplicado al hombre venía a dar una explicación más racional al origen de la especie humana, por lo que pronto empezó a ganar adeptos. Así, se planteó el problema decimonónico de la búsqueda del "eslabón perdido" que sería el nexo de unión entre el hombre y el mono. En este contexto, durante la segunda parte del siglo XIX se produjo el nacimiento de la paleontología, desencadenado por los estudios provocados por los hallazgos del hombre de Neanderthal, el de Java y otros menos espectaculares, tales como el hombre de Cro-Magnon. A éstos siguió un gran número de descubrimientos, entre ellos el hombre de Piltown, que resultó ser una falsificación en la que se creyó ciegamente, constituyendo un error que marcó el periodo de 1912 a 1953. Sin

embargo, el gran número de hallazgos acumulados y el descubrimiento de la falsificación, provocaron un fuerte desarrollo de la paleoantropología en la década de 1960 y además grandes avances en las dos últimas décadas.

Ahora bien, a pesar de los espectaculares avances científicos de las últimas décadas, que han clarificado enormemente el tema del origen y evolución de los homínidos, existen todavía ciertas religiones, entre ellas algunas cristianas, que aún se oponen al evolucionismo. Entre éstas se encuentran los Testigos de Jehová y otras fundamentalistas, que recientemente lograron imponer por ley en el Estado de Arkansas (U.S.A.) las enseñanzas en las escuelas públicas de la doctrina fundamentalista, negando la evolución y pretendiendo sustituirla por la "ciencia" de la creación. Lógicamente, dicha ley fue muy contestada por la comunidad científica y finalmente derogada. No obstante, el debate creacionismo versus evolucionismo sigue derramando mucha tinta en los Estados Unidos. Además, es muy evidente el gran arraigo que las ideas creacionistas tienen en otras sociedades y países.

La difusión de las ideas científicas, fuera de la comunidad académica, encuentran importantes resistencias y tardan cierto tiempo en ser plenamente aceptadas. Algunos pseudocientíficos, tales como VELIKOVSKY a mediados de este siglo, VON DANIKEN en la década de 1970 y DE GRACIA actualmente, basan sus teorías, acerca de la historia de la tierra y del origen del hombre, principalmente en historias mitológicas. Sus especulaciones intentan explotar la preferencia del público por las ideas espectaculares, ya que resulta más atractiva la idea de nuestra procedencia a partir de civilizaciones extraterrestres muy adelantadas, que de animales inferiores a nosotros. La anticencia, no basada en datos científicos objetivos, sino en mitologías y otros datos especulativos, ha generado alternativas exóticas que muchas veces han alcanzado bastante difusión a través de los medios de comunicación. En este sentido, los paleontólogos deberían realizar un mayor esfuerzo, encaminado a la más completa difusión en la sociedad de los resultados científicos, ya que tienen unas implicaciones tan importantes. Asimismo, los profesores de Instituto, a quienes va dirigida esta

ponencia, tienen igual responsabilidad y pueden realizar una magnífica labor entre sus alumnos de enseñanza media.

Actualmente, la Paleontología es un campo de investigación multidisciplinar que combina armónicamente los resultados de varias disciplinas científicas. Dentro de la Geología hay una serie de disciplinas que proporcionan el telón de fondo básico para la recuperación de fósiles. La Paleontología humana se ocupa del origen, expansión y desarrollo del ser humano, es decir, de la búsqueda sistemática de la filogenia humana. Así, la Paleontología aporta datos muy interesantes acerca de la antropogénesis, basados en la correcta interpretación de los fósiles. La Tafonomía estudia el paso de los organismos desde la biosfera a la litosfera. La Paleocología trata de reconstruir las relaciones de los organismos con el medio ambiente, y la Paleobiogeografía los centros de radiación evolutiva. Además, otras ramas de la Paleontología contribuyen a situar los fósiles de homínidos en una escala de edad relativa; en este sentido, es de especial utilidad la Micropaleontología (polen y micromamíferos). Sin embargo, con la Geocronología, algunas veces se pueden conseguir mayores precisiones en la datación, situando los fósiles en una escala de edad absoluta. Y con el Paleomagnetismo se pueden situar en una escala de inversiones de polaridad del campo magnético.

En el campo de la Biología existen disciplinas que estudian los organismos actuales, permitiendo su comparación con los fósiles. La Zoología permite comparar la anatomía entre el hombre y los antropoides. Con la Genética se han establecido relaciones basadas en las bandas que aparecen en los cromosomas. La Bioquímica permite conocer la afinidad de las proteínas y las distancias inmunológicas entre las especies. Las técnicas utilizadas por estos biólogos moleculares están muy en auge, permitiendo establecer distancias y elaborar filogenias muy innovadoras. Además se suelen complementar con disciplinas tales como la Etología, que estudia el comportamiento, la Patología, que se ocupa de las posibles enfermedades, y la Neurología, que trata los aspectos morfológicos y fisiológicos del cerebro. Por otra parte, la Arqueología participa estudiando todo lo que se refiere a las manifestaciones culturales (utensilios, pinturas, etc.) de los homínidos en la antigüedad.

En el amplio campo de la Paleontología actual, el progreso es muy rápido, produciéndose una gran proliferación de publicaciones científicas y de divulgación, que están continuamente arrojando luz acerca de esta cuestión tan fundamental que es la antropogénesis. Así pues, se trata de una disciplina reciente y de rápidos avances, pudiendo quedar las publicaciones súbitamente desfasadas. Por otra parte, la gran trascendencia del tema ha provocado frecuentemente el afán de algunos científicos por capitalizar la fama y la cuna de la humanidad para su país. Esto ha provocado con demasiada frecuencia que el nuevo fósil de homínido hallado sea designado como una nueva especie, la mayoría de las cuales posteriormente han caído en sinonimia. Además, se ha magnificado su importancia de tal forma, que el país del hallazgo sería fundamental para el origen del hombre; de aquí que se haya dicho que la cuna de la humanidad es una "cuna con ruedas". Sin embargo, la magnitud de los hallazgos de fósiles de homínidos realizados en Africa ha despejado la incógnita.

En la actualidad son numerosos los investigadores que de alguna forma trabajan en relación con el extenso campo de la Paleontología, principalmente paleontólogos, arqueólogos y biólogos moleculares. Por países, es difícil de precisar, ya que depende de las regiones con más posibilidades; pero en los que trabajan más investigadores son: Estados Unidos, Inglaterra y Francia. En menor medida: Sudáfrica, Kenia, China, Unión Soviética y Checoslovaquia. En España, existen algunos especialistas, pero es en Prehistoria en lo que se realiza una investigación más considerable.

Por otra parte, debido a la amplitud del tema, me limitaré a exponer los aspectos principalmente paleontológicos que inciden en el origen y evolución de los homínidos.

2. DATOS PALEONTOLÓGICOS DE LOS PRIMATES.

El hombre se clasifica, dentro del mundo vertebrado, en la Clase Mamíferos y más concretamente dentro del Orden Primates, que incluye al Suborden Prosimios (Lemúridos y Társideos) y al Suborden Simios (Antropoides). Este último se divide en Infraorden Pluirinos (monos americanos)

e Infraorden Catarrinos, que a su vez se subdividen en Superfamilia Cynomorfos (Cercopitécidos) y Superfamilia Hominoidea (Antropomorfos). Los Antropomorfos del Mioceno se suelen reunir en dos grupos de carácter informal, denominados Driomorfos y Ramamorfos, y en la actualidad se agrupan en tres Familias: Hilobatidae, Pongidae y Hominidae. En esta última se distingue generalmente un género extinto (*Australopithecus*) y otro que llega a la actualidad (*Homo*).

Los primates se caracterizan por un tamaño que varía desde 85 mm. a 2 m., tener mamas pectorales y hemisferios cerebrales muy desarrollados. Esto implica un progreso en la inteligencia que da lugar a un comportamiento social y un oportunismo que se manifiesta en la explotación de fuentes alimenticias. Proliferan en los trópicos, excepto el hombre, que habita casi todos los rincones del planeta. Además, presentan unas grandes órbitas, dirigidas hacia delante, lo que les proporciona la visión estereoscópica para apreciar el relieve. Así como extremidades con articulaciones esféricas (enartrosis) y clavículas en el tórax, que dan una gran movilidad. Generalmente son pentadáctilos, con pulgar oponible casi todos en la mano y, en ocasiones, también en el pie. Las uñas son fundamentalmente planas, en lugar de garras, y los órganos táctiles de una gran sensibilidad. En cuanto a la dentición, que es la parte más fácilmente fosilizable, por lo general ha permanecido muy inespecializada en comparación con los cambios sufridos en la de otros mamíferos. Los molares han conservado el modelo primitivo de cúspides dentarias, y la tendencia a la reducción en el número de dientes.

Los primates probablemente existían cuando se produjo la extinción cretácica, pero su radiación se produce en el Paleoceno, coincidiendo con la tercera expansión de los mamíferos. El fósil de primate más antiguo es *Purgatorius*, que fue descubierto en Norteamérica. Los Lemúridos eran los Primates más primitivos, tenían pequeño tamaño, semejantes a los insectívoros de los que procedían, y dieron lugar a los Társideos. Ambos tenían la mano prensil con pulgar oponible y eran arborícolas, nocturnos, con excelente visión y una gran sociabilidad.

Durante el Eoceno, hace unos 50 millones de años, los prosimios dieron lugar a los simios de mayor tamaño y con los brazos más largos que las extremidades inferiores. A continuación se produce la expansión de los simios que constituye la segunda radiación de los primates, apareciendo dos grupos que evolucionan de modo diferente. Los Plátirinos (de nariz chata) con fosas nasales separadas por tabique ancho, que se establecen en el continente americano y los Catarrinos, con fosas nasales con tabique estrecho, dentadura más especializada y cefalización mayor, que se extenderán desde África por el viejo mundo.

Durante el Oligoceno, hace 36 a 23 millones de años, se produce la expansión de los Catarrinos, que constituye la tercera radiación de los primates, realizándose una adaptación muy rápida a diferentes habitats. Así, un grupo, los Cynomorfos, se especializa en los habitats de selva y arboledas desarrollando una larga cola prensil y son frugívoros. Otro grupo, los Antropomorfos, se especializa en habitats de pradera y sabana; la cola pierde su función prensil, tendiendo a desaparecer, crece el tamaño del cuerpo y el régimen alimenticio es de tipo omnívoro.

Los antropomorfos más primitivos aparecieron en África hacia el Oligoceno superior, en el que se han encontrado los géneros *Aegyptopithecus*, *Apidium*, *Propliopithecus* y *Parapithecus*. En el Mioceno están bien representados dos grandes grupos: los Driomorfos, con el género *Driopithecus*, con la especie *Proconsul africanus* y con los géneros europeos *Oreopithecus* e *Hispanopithecus*. El otro grupo, los Ramamorfos, se extendieron principalmente por Asia y engloba al *Ramapithecus* y géneros afines, tales como *Sivapithecus* y *Gigantopithecus*, que se cree están emparentados con el Orangután.

Los antropomorfos, finalmente, se diversifican en tres familias con sólo cinco géneros vivos. La Familia Hilobátidae reúne a los más primitivos, con una capacidad craneal de unos 100 cm³. El género actual *Hilobates* está representado por dos especies, comunmente conocidas como Gibón y Siamang, que viven en Indochina y en las islas Sonda. Entre los fósiles hay que citar el género *Micropithecus*, de hace 20 millones de años.

La Familia Póngidae engloba a los más grandes y evolucionados de los monos, cuyos representantes actuales son: el Orangután (*Pongo*), que vive en Asia (Borneo y Sumatra) y tiene 360 cm³ de capacidad craneal. El Gorila (*Gorilla*), que es originario de África y tiene 500 cm³ de capacidad craneal, y el Chimpancé (*Pan*), que también vive en África y tiene 380 cm³ de capacidad craneal.

La Familia Homínidae, según el criterio más generalizado y restrictivo, sólo engloba a dos géneros: uno fósil, el *Australopithecus*, que evolucionó en África dando lugar a varias especies, con una capacidad craneana desde 450 a 550 cm³, con foramen magnum en posición centro basal y pelvis evolucionada, que indican una marcha bípeda normal. Y otro, el género *Homo*, con varias especies, unas fósiles y otra, la nuestra actual, que muestran una tendencia muy acentuada en el crecimiento de la capacidad craneal, desde 650 cm³ de promedio para el *Homo habilis*, hasta 1.360 cm³ que es el promedio del *Homo sapiens* actual. Así como un crecimiento numérico y una expansión que ha tenido como consecuencia la colonización de todos los lugares del globo.

En la evolución desde los primates más primitivos hasta llegar al hombre, la tectónica de placas debió jugar un papel importante, aislando o poniendo en contacto especies, cambiando la geografía y el clima, y dando lugar a diversas apariciones o extinciones. En este sentido los datos paleobiogeográficos se pueden resumir de la siguiente forma: en el Terciario inferior, Norteamérica, Europa y Asia estaban unidas en un gran supercontinente llamado Laurasia. Por otro lado, África, Sudamérica, India, Australia y la Antártida formaban el supercontinente de Gondwana. La separación de estos supercontinentes aisló a los prosimios (Társidos) en Laurasia y a los simios más primitivos en Gondwana; la inmediata fracturación de Gondwana da lugar a que ciertos Simios se aislen en Sudamérica (Platirinos). Más tarde, al ir configurándose una geografía más parecida a la actual, Norteamérica y Eurasia se separan y tienden a unirse con Sudamérica y África, produciéndose entonces, por un lado, la migración de los Catarrinos desde África por Eurasia, mientras que los Platirinos, desde Sudamérica, se ex-

tienden inicialmente por Jamaica y, cuando se forma el istmo de Panamá, pasan a América del Norte.

La migración de los Catarrinos (Antropomorfos) africanos hacia Eurasia se produjo hace unos 17 millones de años, cuando el mar Tethys quedó dividido. A continuación, durante el Mioceno medio y superior, hace 17 a 5 millones de años, el clima euroasiático fue de carácter estacional, con inviernos más benignos que los actuales y los bosques cubrían mayor extensión que hoy. Entonces los Antropomorfos de este periodo se diversifican en dos grandes grupos: los Driomorfos, que se extienden por Europa, y los Ramamorfos, principalmente por Asia.

Finalmente, los primeros homínidos que no admiten duda de tales, surgieron en África oriental hace aproximadamente 4 millones de años. Algunos cambios climáticos y geográficos, acaecidos previamente, como la desecación del Mediterráneo hace 5,5 millones de años, o hace unos 3 millones de años cuando se formó por vez primera el casquete de hielo boreal, y posteriormente las glaciaciones cuaternarias, debieron influir en el origen y evolución de los homínidos, pero sus consecuencias aún están por determinar con exactitud.

3. PRINCIPALES HALLAZGOS DE FÓSILES DE HOMÍNIDOS

El primer descubrimiento de un fósil de homínido se realizó en 1848 en Gibraltar. Se trataba de un cráneo que inicialmente pasó desapercibido y que hasta 1907, después de haberse encontrado el hombre de Neanderthal, no fue reivindicado por SOLLAS como un neandertalense.

El primer hallazgo que provocó un amplio interés se produjo en 1856 en el valle de Neanderthal, a 12 Km de Dusseldorf (Alemania). Se trataba de un cráneo y algunos huesos de miembros. La morfología del cráneo inicialmente desató vivas polémicas, considerándolo como patológico. En 1863 fue estudiado por FUHLROTT y HUXLEY, quienes concluyeron que se trataba de un hombre distinto a nosotros, y en 1864 KING lo denominó

Homo neanderthalensis. Éste era el único resto de homínido conocido en los ambientes científicos, cuando se publicó la obra clásica de DARWIN. A partir de entonces se empezó a hablar del "eslabón perdido" y se creyó que este fósil lo era. Sin embargo, hoy sabemos que está muy cerca del hombre actual, que los típicos neandertales vivieron desde hace 75.000 a 35.000 años aproximadamente y construyeron la industria Musteriense.

Poco después, en 1868, se descubrió en el abrigo de Cro-Magnon en la Dordoña (Francia) un enterramiento con cinco esqueletos. Su morfología no escandalizó, debido a su gran similitud con el hombre actual. En consecuencia, el llamado hombre de Cro-Magnon fue clasificado como perteneciente a la especie *Homo sapiens*, siendo una variedad con algunos caracteres primitivos, muy difíciles de distinguir del hombre actual. Hoy se cree que el hombre de Cro-Magnon vivió desde hace unos 35.000 años.

A finales del siglo XIX, el médico holandés E. DUBOIS marchó en busca del eslabón perdido a Java, siguiendo las ideas de A.R. WALLACE de que la transición simio-hombre debía estar en climas cálidos. Así, en 1893 tuvo la inmensa suerte de encontrar un fémur y una calota con 850-900 cm³, que denominó *Pithecanthropus erectus*, pensando que se trataba de un antropeoide parecido al hombre. Este fósil, por sus caracteres primitivos, generó dudas y grandes debates. Ahora bien, Arthur KEITH afirmó que representaba un ser humano de menor cerebro que todo lo conocido hasta el momento. Su antigüedad se ha fijado posteriormente en alrededor de los 500.000 años, es decir, del Pleistoceno medio.

En 1907 se encontró en Mauer, al SE de Heildelberg (Alemania), una mandíbula muy bien conservada que contenía dientes de aspecto humano. Fue definida como *Homo heidelbergensis*, pero actualmente se considera sinónimo de *Homo erectus*. Otro hallazgo en Europa se produjo en 1912; se trataba del famoso hombre de Piltdown, que fue aceptado por los científicos ingleses como el antecesor ideal del hombre actual.

Durante el periodo de 1921 a 1939, en varias excavaciones realizadas en las cuevas de Zhoukoudian cerca de Pekin (China), aparecieron restos

de unos 45 individuos. Este gran número permitió establecer el intervalo de variación morfológica, siendo los cráneos de unos 1.000 cm³ de capacidad craneal. Fueron definidos por BLACK en 1937 con el nombre de *Sinanthropus pekinensis*, que significa hombre chino de Pekín. Junto a ellos se encontraron gran cantidad de útiles de piedra de tipo Achelense y restos de cenizas, lo que indica una cierta inteligencia y grado de evolución. El hoy llamado *Homo erectus* de Pekín se cree que apareció hace unos 700.000 años y habría domesticado el fuego hace al menos 400.000 años.

Casi simultáneamente a los descubrimientos de China, otros también importantes se realizaron en el Sur de Africa. En 1924 el profesor Raimond DART encontró un cráneo infantil con el foramen magnum en posición basal, pero con otros caracteres muy primitivos en relación al hombre de Piltdown (entonces totalmente aceptado). Lo denominó *Australopithecus africanus* y fue popularmente conocido como Niño de Taung, haciendo referencia a la localidad sudafricana en que se encontró. Inicialmente el único apoyo declarado de algún científico con el que contó, fue el de su colega Robert BROOM. Este científico, en 1926, también tuvo la suerte de encontrar un fósil parecido, pero inicialmente se pensó que era diferente, por lo que se denominó formalmente *Plesianthropus transvaalensis* BROOM. Fue encontrado en Sterfontein (Transvaal, Sudáfrica). Se trataba de una hembra adulta de caracteres simiescos y humanos, pero con sólo 500 cm³ de capacidad craneal. Robert BROOM continuó sus investigaciones y en 1938 volvió a encontrar a 1,5 Km de Sterfontein, en la localidad de Kromdraai, un cráneo de mayor tamaño y estructura ósea más maciza que la popular señora Ples. Debido a estos rasgos fue descrito como *Paranthropus robustus*.

Los fósiles de África meridional fueron finalmente considerados como pertenecientes a un único género llamado *Australopithecus*. Fueron estudiados por LE GROS CLARK, quien en 1950 establece la validez definitiva de dicho género y su carácter de homínido antepasado del hombre. Generalmente se diferencian dos especies: una "grácil" *A. africanus* y otra "robusta" *A. robustus*, pero también se pensó que podría tratarse de un caso de dimorfismo sexual. Todos estos fósiles se encontraron en canteras calizas correspondientes al relleno de cuevas, en las que al parecer habitaron o bien

cayeron sus huesos después de ser devorados por leopardos. Hoy se sabe que vivieron desde hace aproximadamente 3 a 1 millón de años, sin embargo, su datación ha sido muy difícil debido a las dificultades estratigráficas.

Por otra parte, LE GROS CLARK también estudió, junto con WEINER y OAKLEY, el famoso hombre de Piltdown. Las reservas que había despertado entre algunos científicos se vieron confirmadas por un dentista que observó que la mandíbula no correspondía al tipo de cráneo. Así, los tres científicos citados, lograron estudiar los restos del hombre de Piltdown y en 1953 descubrieron que la mandíbula era de Orangután y que alguien había limado los molares para que pareciera humana. El cráneo se vio que era de *Homo sapiens* y después se supo que sólo tenía 500 años de antigüedad. El descubrimiento de la falsificación de Piltdown y los fósiles que estaban apareciendo en África clarificaron mucho la filogenia humana.

En el África oriental, hacia mediados de este siglo, se realizaron hallazgos que pueden ser considerados como históricos. Desde 1931 trabajaban en la garganta de Olduvai (Tanzania) el matrimonio Louis y Mary LEAKEY, atraídos por las herramientas de piedra muy primitivas que llamaron industria Olduvan. Cuando en 1959 van a cerrar la campaña, Mary encuentra un cráneo muy robusto, con cresta sagital, foramen magnum basal y con una dentición de gran tamaño. Este es el famoso "cascanueces" denominado formalmente *Zinjanthropus boisei* LEAKEY, que con el método Potasio/Argón pudo pronto datarse en 1.750.000 años.

La gran ilusión de los LEAKEY era encontrar un espécimen realmente humano que fuera el fabricante de las herramientas de piedra, ya que no creían que el *Australopithecus* fuera capaz. Para llevar a cabo su empresa Louis LEAKEY forma en 1960 un equipo con J. NAPIER y P. TOBIAS, encontrando restos de cuatro cráneos, bastante mal conservados, que les sirvieron para definir en 1964 al *Homo habilis*, del que se dudó que fuera humano por sus características tan primitivas y poco documentadas. Además encontraron más restos de *Australopithecus* y una calota de *Homo erectus*, impactando la antigüedad de estos homo casi igual que la de *A. boisei*.

En la década de 1967 a 1977 se producen importantes avances paleoantropológicos, como resultado de la intensificación de las excavaciones en África oriental. En 1967 PATERSON descubre, al SW del lago Turkana (Kenia), en Kanapoi y Lothagán, un fragmento de húmero comparable a *Australopithecus* y otros restos de mandíbula inferior, con una edad entre 4 y 5 millones de años. Se trataría del homínido más antiguo encontrado, pero sus restos son demasiado incompletos para sacar conclusiones definitivas.

Ese mismo año, C. ARAMBOURG, Y. COPPENS, C. HOWELLS y R. LEAKEY constituyen una expedición internacional de Francia, USA y Kenia, al valle del Omo (Etiopía). Sólo encontraron dientes aislados de *Australopithecus*, *Homo habilis* y *H. erectus*. Sin embargo, realizaron un importante estudio geológico, pues el registro continuo del Plio-pleistoceno (con actividad volcánica) permitió una buena crono y bioestratigrafía de los últimos 4 millones de años.

El equipo que tuvo más éxito fue el del joven Richard LEAKEY, que abandonó la expedición y se instaló en Koobi Fora (Lago Turkana) en su país Kenia. Al principio encontró bastantes restos de Australopitecos "robustos", *H. habilis* y *H. erectus*; finalmente en 1972 anunció su hallazgo más espectacular, un cráneo bien conservado de *Homo habilis*, el KNM-ER 1470 de carácter notablemente humano, con 775 cm³, más fino, alto y redondeado que los Australopitecos. Inicialmente le fue atribuida una edad de 2.900.000 años, pero hoy se cree que tiene algo menos de 2 millones de años. Por estos hallazgos hoy sabemos que coexistieron, pero en nichos ecológicos diferentes, tres tipos de homínidos: el *Australopithecus boisei*, con alimentación principalmente vegetariana, el *Homo habilis*, con una dieta más carnívora, ya que tiene el esmalte dental liso tipo Chimpancé, y el *Homo erectus*, que además de carne incluía raíces, pues su esmalte presenta cicatrices como las del jabalí.

Por otra parte, el americano Donald JOHANSON, en el depósito de Hadar en la región de Afar (Etiopía), en 1973, descubre restos de varios homínidos, sobre todo mandíbulas, y entre ellas una articulación completa de ro-

dilla que demuestra que ya eran bípedos hace 3.600.000 años. Sin embargo, su hallazgo más famoso fue un esqueleto casi completo de homínido hembra, con pelvis de erecto, al que inicialmente, de un modo informal, llamaron "Lucy". En los años siguientes continuaron las excavaciones; descubriendo restos esqueléticos de 13 individuos juntos, y una mandíbula inferior bastante bien conservada, pero a pesar de todo, no se encontró ningún cráneo completo de este tipo de homínidos.

Mientras el equipo de JOHANSON trabaja en Etiopía, Mary LEAKEY y Tim WHITE trabajan en Laetoli, al Sur de Olduvai (Tanzania). Entre 1975 y 1980 encuentran más de 20 homínidos con edad similar a los de Afar, es decir, próxima a los 4 millones de años. En Laetoli hay pocos huesos enteros, el mejor LH-4 es una mandíbula con 9 dientes, pero lo más interesante es una serie de huellas de pisadas sobre ceniza volcánica, que indican que estos homínidos también tenían una marcha bípeda.

Los restos de Hadar (Afar) y Laetoli fueron estudiados comparativamente por JOHANSON, WHITE y COPPENS quienes en 1978 describieron formalmente una nueva especie denominada *Australopithecus afarensis*. El holotipo no fue la famosa "Lucy" sino la mandíbula LH-4 de Laetoli, lo cual no gustó a Mary LEAKEY que consideraba a este fósil como una posible especie primitiva de *Homo*, ancestral de *Homo habilis*. Además, para otros podría incluso ser sinónimo de *A. africanus*. Pero independientemente de la validez taxonómica de esta especie (que futuros hallazgos se encargarán de confirmar o meter en sinonimia), lo más importante es la constatación de que los homínidos hace unos cuatro millones de años andaban erguidos, a pesar de su escasa capacidad craneana. En conclusión, la adquisición de la marcha bípeda precedió al proceso de cerebralización creciente.

En España han aparecido algunos fósiles de homínidos que tienen para nosotros una importancia especial. Uno de los hallazgos más importantes se realizó en 1887 en las terrazas del lago de Bañolas (Gerona). Se trataba de una mandíbula que inicialmente fue atribuida a Neandertal y que finalmente M.A. LUMLEY (1973) la ha clasificado como Anteneandertalense

(*H. erectus*). Otros fósiles de similares características han aparecido en Cova Negra, cerca de Játiva (Valencia), donde se encontró en 1933 un parietal y en 1976 restos mandibulares y dentarios clasificados por CRUSAFONT y otros como *H. erectus*.

Internacionalmente son conocidas y se hace referencia, en los grandes museos americanos, a las excavaciones en Torralba y Ambrona (Soria), dirigidas por Clark HOWELL, y en las que colaboraron E. AGUIRRE y otros. Allí se demostró la existencia de *H. erectus* en España hace unos 400.000 años (que no se había demostrado todavía en Europa) y se mostró de forma muy detallada a qué se dedicaban. Todo ello sin encontrar ningún fósil de homínido, sino a partir de herramientas de piedra, rastros de hierba quemada y el estado de los huesos de los animales que cazaban, que eran incluso elefantes.

Otras excavaciones importantes se han venido realizando en una cueva de la Sierra de Atapuerca (Burgos), donde en 1976 Trinidad TORRES encontró restos humanos asociados a fauna del Pleistoceno medio. En 1977 AGUIRRE y LUMLEY los clasificaron como "*Anteneandertales*" similares a las mandíbulas de Mauer y L'aragó. Actualmente el equipo de AGUIRRE continúa las excavaciones y siguen apareciendo más restos de *H. erectus*.

Por otra parte, han aparecido restos de Neandertales en España. Así en Agut, al Norte de Capellades (Barcelona), en 1912, aparecieron varios dientes, asociados a industria Musteriense del Inter Wurn II y III. Además, en la cueva de la Carihuela en Piñar (Granada), en 1955, se descubrió un frontal y un parietal de un niño de aproximadamente 6 años. Se trata del resto más occidental del grupo de los Neandertales mediterráneos, que son más gráciles y pequeños que los clásicos. Finalmente, este mismo año, en una cueva de Gabasa (Huesca), donde estamos realizando un proyecto entre los Departamentos de Paleontología y Arqueología de Zaragoza, han aparecido varios dientes de Neandertales, en niveles con industria Musteriense y fauna del Pleistoceno superior.

De menor importancia, pero famoso en Aragón, es el hombre de Molinos (Teruel). En 1983, en la Cueva de dicha localidad, apareció una mandíbula que fue entregada al Departamento de Paleontología y fue clasificada como un representante de *H. sapiens*, con algunos caracteres primitivos. Se cree que procede del nivel más antiguo de la cueva que tiene una fauna de la última glaciación Wurm (Pleistoceno final), por lo que fue en aquel momento el homínido más antiguo encontrado en Aragón.

Otros hallazgos han originado grandes polémicas en España, tales como el fósil craneal de Orce, la falange de Cueva Victoria, así como posibles evidencias de ocupación humana de más de 1.600.000 años. Ahora bien, por el momento no existen pruebas suficientes que demuestren la validez y pretendida importancia de estos descubrimientos.

4. TAXONOMÍA DE LOS HOMÍNIDOS.

Los homínidos están considerados generalmente como categoría taxonómica a nivel de familia. Dentro de los Antropomorfos, aquellas especies más evolucionadas que tienen una dentición sin grandes caninos ni diastemas, andar bípedo y una gran tendencia al aumento de la capacidad cerebral, son los que según los criterios más restrictivos (pero generalmente aceptados) constituyen la Familia Hominidae. Sin embargo, los recientes datos de los genetistas, bioquímicos y etólogos, basados en la comparación cromosómica, en la afinidad entre el ADN celular, distancia inmunológica y comportamiento animal, han permitido afirmar que nos encontramos biológicamente muy cerca de los Póngidos (Chimpancé, Gorila y Orangután). Éstas y otras razones han conducido a algunos científicos, como GINSBURG y MEIN (1980), a proponer la inclusión de Chimpancé y Gorila en nuestra familia, pero no al Orangután, que estaría filogenéticamente más alejado.

En la historia de la Paleontología humana, muchos hallazgos de fósiles fueron inicialmente descritos como nuevos géneros y especies, con un criterio netamente tipologista; posteriormente la mayoría de ellos han caído

en sinonimia al aplicar criterios más agrupacionistas, llegándose incluso a considerar una sola especie dentro del Género *Homo*. Actualmente la idea más generalizada y equilibrada entre ambas posturas consiste en considerar que la Familia Hominidae incluye dos géneros: *Australopithecus* y *Homo*, y cada uno de ellos con varias cronoespecies conocidas.

Desde finales del siglo XIX se han hecho bastantes especulaciones de tipo taxonómico, pero últimamente, con un mayor número de datos, las clasificaciones tienden a aproximarse a la realidad. Así, ROBINSON (1971) considera dentro de nuestra familia dos subfamilias: Subfamilia Australopithecinae (*G. Australopithecus* y *G. Paranthropus*) y Subfamilia Hominidae (*G. Homo*). Pero HOWELL (1972) considera *Australopithecus* y *Paranthropus* con la categoría de subgénero. Este mismo criterio es seguido por muchos paleontólogos, entre ellos AGUIRRE (1976), quien consideraba entonces 4 especies de *Australopithecus* (*A. africanus*, *A. robustus*, *A. boisei* y *A. aethiopicus*) y 3 especies de *Homo* (*H. habilis*, *H. erectus* y *H. sapiens*). Pero, posteriormente AGUIRRE (1982) concluye en la publicación de una conferencia, afirmando que empieza a cundir la idea de que dentro de *Homo* hay una sola especie, politípica y gradualmente progresiva en la telencefalización. Ahora bien, esta idea es antigua, fue defendida por DOBZHANSKY (1962), a ella se opuso siempre Louis LEAKEY y declinó hacia el año 1976.

Una de las clasificaciones más aceptada actualmente es la de JOHANSON y WHITE (1981), que consideran dentro de la Familia Hominidae sólo dos géneros: *Australopithecus* (*A. afarensis*, *A. africanus* y *A. robustus*) y *Homo* (*H. habilis*, *H. erectus* y *H. sapiens*). Además, STANLEY (1981) vuelve a defender como especie *Homo neanderthalensis* (considerada generalmente como subespecie de *H. sapiens*), ya que cree que su morfología esquelética es lo suficientemente distintiva y, además, porque especies de mamíferos considerados diferentes, como el tigre y el león, tienen más semejanzas. Otra opinión a tener en cuenta es la de Yoel RAK (1983), quien, en un estudio detallado sobre la morfología de la cara de los Australopithecinos africanos, considera *A. boisei* como especie distinta de *A. robustus*.

Por otra parte, H. y M.A. de LUMLEY (1983), representando la opinión tradicional de la escuela francesa, realizaron una clasificación original distinguiendo cuatro grandes grupos estructurales; Australantrópidos (*A. afarensis*, *A. africanus* y *A. robustus*), Archantrópidos (*H. habilis* y *H. erectus* –Pitecántropos, Sinántropos, Atlántropos y Anteneandertales–), Paleantrópidos (*H. sapiens neanderthalensis*) y Neantrópidos (*H. sapiens sapiens*).

5. ORIGEN DE LOS HOMÍNIDOS.

A grandes rasgos, el origen de los homínidos puede considerarse conocido; en este sentido, nuestra familia se habría separado de unos primitivos póngidos africanos en el Mioceno superior (hace de 7 a 8 millones de años) y ambas ramas procederían de unos ancestrales antropomorfos del Mioceno medio conocidos como Driomorfos. Gran parte de estos datos se deducen de la información recientemente aportada por los biólogos moleculares y concuerda con los datos paleontológicos. Sin embargo, el conocimiento detallado sobre qué especie concreta fue el ancestral, aún presenta ciertas incógnitas, debido a los pocos datos que por ahora se tienen del registro fósil.

En este sentido, existe una laguna en el conocimiento de los fósiles más allá de los 4 millones de años hasta los 10 millones de años. Los escasos fósiles encontrados en Kanapoi, Lothagán y Lukeino son muy fragmentarios y no revelan mucho más de lo que sabíamos por lógica: que durante este periodo se estaban originando los homínidos. Al otro lado de la laguna se encuentran ciertos antropomorfos fósiles, que muestran características que prefijan la morfología de los homínidos.

El fósil más citado como primer antropomorfo es la especie *Aegyptopithecus zeuxis*, un animal con rabo, del tamaño y aspecto de un gato, que vivió en África hace 28 a 30 millones de años. Este posible antropomorfo o alguno de sus parientes (*Propliopithecus*, *Apidium* y *Parapithecus*) debió dar lugar al grupo de los Driomorfos. Entre éstos el *Proconsul africanus* tiene un esqueleto postcranial que recuerda a dichos primitivos antropomor-

fos de Egipto. El *Proconsul*, que vivió hace 18-20 millones de años, está hoy bastante bien conocido, pues se han encontrado huesos fósiles de casi todo el esqueleto. Su cabeza es grande, en relación con su pequeño cuerpo de unos 11 Kg, y la dentición presenta molares pequeños y caninos prominentes. Se piensa que era arborícola y caminaba por las ramas a cuatro patas. Según la opinión actualmente más aceptada, el *Proconsul* es un antropomorfo poco especializado y primitivo; se trataría pues, de un "antropomorfo en formación", frugívoro y con notable dimorfismo sexual.

Los datos de los biólogos moleculares indican que el Chimpancé es biológicamente la especie viviente más próxima al *H. sapiens*. Sin embargo, sus caracteres dentarios y pelvianos muestran un primitivismo similar al del *Proconsul* y, consecuentemente, una distancia grande del hombre: Las líneas de los póngidos africanos y homínidos se separaron muy recientemente, como indican los datos moleculares; pero las formas intermedias, que darían lugar al Chimpancé y al Gorila, todavía están poco claras, pues el registro fósil de estos póngidos africanos es tremendamente escaso.

Los antropomorfos africanos se extendieron por Eurasia después de la colisión de África con Eurasia, en el Mioceno, hace unos 17 millones de años. Así, durante el Mioceno medio y superior el clima cambió, se redujeron las zonas boscosas y los antropomorfos evolucionan en dos grandes grupos (Driomorfos y Ramamorfos) con una serie de especies, muchas de las cuales han sido consideradas candidatas a último ancestro de los homínidos.

Uno de los primeros candidatos fue el *Oreopithecus bambolii*, descubierto en Italia y procedente del Mioceno (hace unos 12 millones de años). Fue estudiado por HURZELLER, observando que tenía un conjunto de rasgos estructurales entre Hilobátidos, Póngidos y Homínidos. En 1954 HURZELLER lo considera antecesor de los hombres y lo clasifica en la familia de los australopithecos, y OKLEY lo coloca como ascendiente humano. Sin embargo, aunque la dentadura es evolucionada, los miembros reflejan un modo de locomoción braquiador.

Posteriormente, el género *Ramapithecus* fue el candidato más comúnmente considerado por muchos científicos, tales como SIMONS, LEAKEY, LE GROSS CLARK, JELINEK, CHALINE, AYALA, etc. El *Ramapithecus* se cree que vivió desde hace 14 a 8 millones de años, pero sus fósiles eran muy fragmentarios, por lo que durante bastante tiempo su morfología real era poco conocida. Sin embargo, se hicieron reconstrucciones que concordaban con el candidato ideal de ancestral de homínido. Pero en la última década han aparecido gran cantidad de restos fósiles en Pakistán y China, que cuestionan la anterior hipótesis. Esto ha llevado a PILBEAN y otros estudiosos del tema a afirmar que *Ramapithecus* es muy semejante a *Sivapithecus*, pudiendo pertenecer al mismo género e incluso a la misma especie. Este género ahora es considerado como un antepasado del Orangután, lo que en consecuencia le alejaría de la línea homínida.

En conclusión, la especie concreta ancestral de los homínidos tendría unos caracteres próximos a los más primitivos *Australopithecus* del África oriental, por lo tanto tendría que pertenecer a algún género de Driomorfo africano del Mioceno medio-superior. Este parece ser el *Keniapithecus* que habría aparecido hace unos 14 millones de años, tendría más tendencia al bipedismo y prognatismo menos acentuado que el *Proconsul*, mediría alrededor de un metro y pesaría unos 20 kilos. En fin, las relaciones evolutivas entre *Keniapithecus* y *A. afarensis* parecen estar cada vez más claras, si se confirman los últimos hallazgos de fósiles en África y si se tiene en cuenta las características tan primitivas de dicha especie de *Australopithecus*.

6. EVOLUCIÓN DE LOS HOMÍNIDOS

La evolución de los homínidos *Australopithecus* y *Homo* está actualmente bien conocida y documentada, por los frecuentes fósiles encontrados, además de los principales hallazgos anteriormente expuestos. Esta evolución se realizó en los últimos 4 millones de años, es decir, después de la gran laguna de conocimientos paleontológicos que dificultaba la documentación del origen de los homínidos. Sin embargo, hay otra pequeña laguna de datos fósiles desde los 2,5 a los 2,2 millones de años, intervalo que pa-

rece coincidir con la especiación y separación de *Homo* de su ancestral *Australopithecus*.

Desde la segunda parte del siglo XIX, en que HAECKEL se atrevió a proponer por primera vez una filogenia humana, han sido muchas y variadas las hipótesis filogenéticas que se han publicado. Al final del siglo XIX destacan las de DUBOIS y BOULE, después las de HRDLICKA (1912), KEITH (1915), OSBORN (1927), WEINER (1932), T. de CHARDIN (1943, 1948), HOWELL (1951), VALLOIS (1953), SERGI (1953), así como posteriormente las de los LEAKEY, BRACE, ROBINSON, AGUIRRE, etc. A medida que fueron apareciendo restos fósiles de homínidos, el esquema filogenético del hombre se ha ido completando y cada vez más los distintos árboles filogenéticos se han ido aproximando a la realidad; en especial, a partir de la década de 1970 en que se dispone además de nuevas técnicas. Así últimamente se pueden citar las de CHALINE (1978), CRONIN y otros (1981), STANLEY (1981), JOHANSON y WHITE (1978 y 81), H. y M.A. LUMLEY (1982), PILBEAN (1984), WALKER y otros (1986). Así pues, cada investigador tiene sus propias ideas y esquemas filogenéticos, que aunque en muchos casos son similares, resultaría muy extensa su exposición y discusión.

En el momento actual se dispone de una serie de datos, principalmente paleontológicos, que permiten construir un esquema filogenético (Figura 1), el cual es seguro que será de alguna forma modificado en los próximos años, a medida que se solucionen los problemas que actualmente se plantean. Ahora bien, con los mismos datos caben otras interpretaciones diferentes a la que se expone a continuación, que me parece la más acorde con los datos actuales.

Según este modelo, el más antiguo de los homínidos actualmente conocidos es el *Australopithecus afarensis*, que vivió en África oriental desde hace unos 4 millones de años hasta hace algo menos de 3 millones de años. Este homínido ya había desarrollado el andar erguido, como muestran los restos esqueléticos hallados y las pisadas de Laetoli. En este sentido, recientes estudios precisan que era a la vez trepador arborícola y bípedo. El

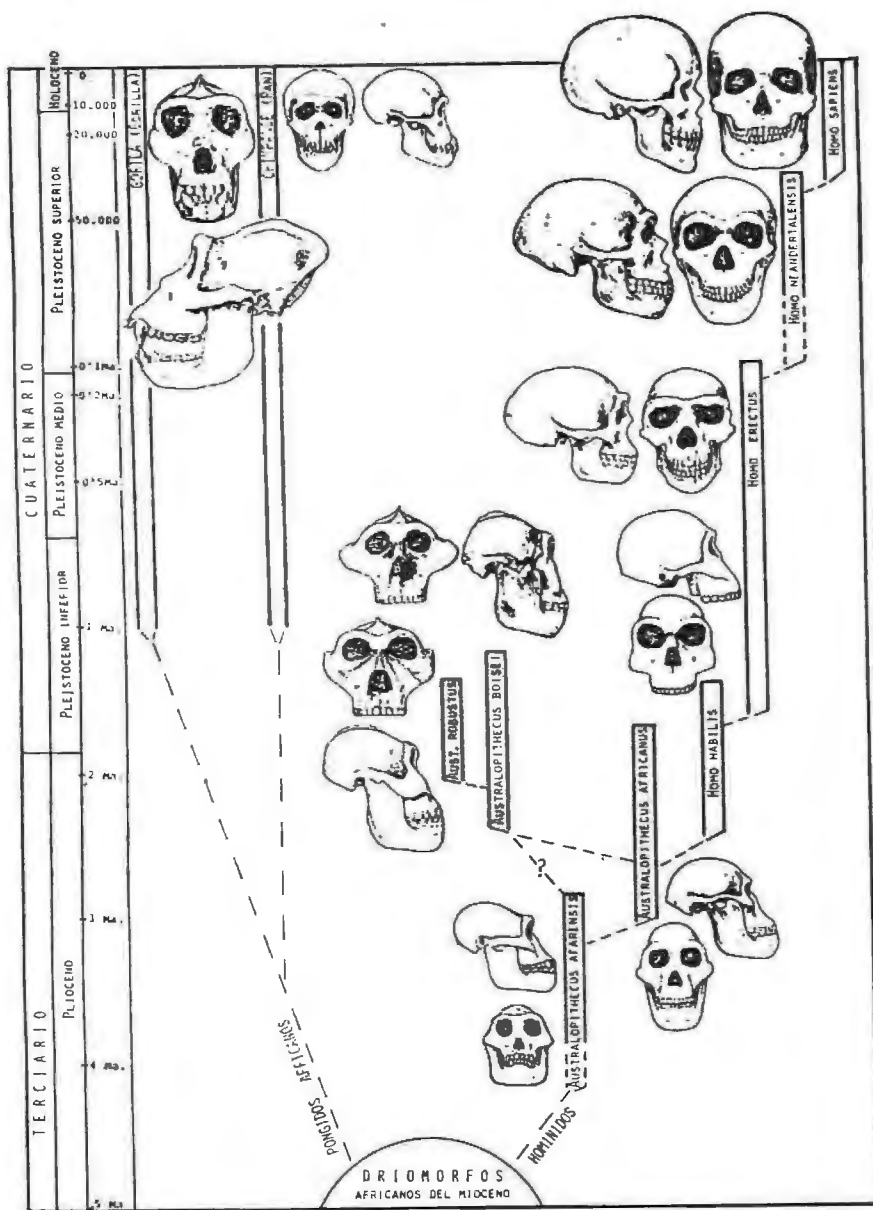


Figura 1. Esquema filogenético ilustrado de los homínidos y póngidos africanos. Nótese que la figuración del chimpancé corresponde a un ejemplar juvenil y que la escala de edad absoluta ha sido modificada a partir de 0,1 millones de años y 1 millón de años.

tamaño oscilaría entre poco más de un 1 m y 1,7 metros y el peso entre 25 y 50 Kg. Esta gran diferencia podría indicar un dimorfismo sexual, o la presencia en aquellas poblaciones de África oriental de dos especies, *A. afarensis* y otra que algunos indican podría ser de *Homo*, aunque parece más lógico que fuera otro australopiteco más evolucionado que *A. afarensis*. La dentición, aunque muy primitiva, podría ser considerada homínida, y el cerebro tendría una capacidad muy parecida a la de los póngidos; sin embargo, ya andaban erguidos hace casi 4 millones de años.

Hace alrededor de 3 millones de años se produciría la evolución de *A. afarensis* a *Australopithecus africanus*, que son dos taxones con rasgos morfológicos parecidos y conocidos como australopitecos "gráciles". El *A. africanus* es un homínido de unos 40 Kg y de 1,30 m de alto que vivió principalmente en la región de Sudáfrica y, al parecer, también en Koobi Fora (Kenia) hasta hace menos de 2 millones de años. Caminaba erguido y tenía una capacidad craneal de unos 480 cm³. Su dentadura es bastante evolucionada con ciertos caracteres humanos, con caninos reducidos, sin diastema y en forma arqueada. Así pues, parece ser que era omnívoro y que vivía en el campo abierto y no en los bosques.

El *Australopithecus robustus*, como su nombre indica, tenía un cráneo con unos molares y premolares muy grandes que se asentaban en fuertes mandíbulas, y una cresta sagital recorría el cráneo por la mitad para servir de inserción a los músculos mandibulares. Esto indica que su dieta era vegetariana y procesaban gran cantidad de alimento. El cráneo tenía una capacidad y una cresta parecida a la de un gorila, pero la dentición y el andar bípedo eran netamente de homínidos. Estos organismos vivieron en el Sur de Africa, mientras que en Africa oriental vivió otra forma algo menos robusta, denominada *Australopithecus boisei*. Estas dos formas también podrían ser subespecies geográficas de una misma especie y lo más probable es que evolucionasen a partir de *A. africanus*. Por el contrario, cada vez es más frecuente considerarlas como especies diferentes e incluso el hallazgo de KNM-WT 17.000, con 2,5 millones de años y morfología primitiva, ha hecho pensar en otra tercera línea para *A. boisei* evolucionado directamente de *A. afarensis*, pero sus distribuciones aún no se solapan y no es posible

enlazarlos temporalmente. Este grupo, muy especializado en una dieta vegetariana, se extinguió finalmente hace alrededor de 1 millón de años.

La línea humana que conduce hasta nuestra especie se separaría de *Australopithecus africanus* hace unos 2,7-2,8 millones de años, como parecen indicar los utensilios líticos encontrados en Hadar, que constituyen el dato más antiguo de acción cultural. Los australopitecos seguramente se sirvieron de palos, huesos u otros objetos (incluso modificados) para defenderse o suministrarse comida, pero se piensa que sólo los humanos usarían un tipo de utensilio para fabricar otro. Así pues, se cree que fue *Homo habilis* quien debió manufacturar secundariamente dichos utensilios de piedra, pero por el momento los típicos fósiles de *H. habilis* se encuentran desde hace sólo unos 2,2 millones de años. Tanto estos primeros humanos como los australopitecos robustos parecen surgir en África durante un periodo de aridez. La adaptación a las nuevas condiciones conlleva un creciente oportunismo. El *H. habilis* en la dieta incluía más carne que sus antecesores, aunque parece ser muy similar a la omnívora de *A. africanus*. Durante bastante tiempo se ha dudado de la validez taxonómica de *H. habilis*, tratando de incluir las formas más primitivas en *A. africanus* y los más evolucionados en *H. erectus*; sin embargo, los hallazgos de KNM-ER 1470 y OH62 parecen confirmar la unidad taxonómica de *H. habilis*.

Hace 1,6 millones de años aparece *Homo erectus*, que evoluciona a partir de *H. habilis*, quien pronto se extingue, y lo mismo les ocurre poco después a los australopitecos robustos. El *H. erectus* sería una forma de estrategia oportunista que le valdría para desplazar ecológicamente a sus competidores y adaptarse a otras regiones euroasiáticas que son colonizadas por primera vez. Así se extendieron por Java (Pitecántropos), China (Sinántropos) y Europa (Anteandertales), como muestran la gran cantidad de restos fósiles que se han encontrado. Además, en muchos lugares existen indicios de actividad que demuestran que conocían el fuego y lo utilizaban en su provecho de diversas maneras. La industria Achelense que junto a ellos aparece era muy compleja. Todo esto demuestra una inteligencia muy considerable, lo cual se pone de manifiesto por una cabeza con una capacidad craneal media de unos 1.000 cm³. Sin embargo, en ella destaca característica-

mente el toro supraorbitario muy desarrollado que le confiere un aspecto primitivo, pero su cuerpo era esencialmente humano, aunque algo más bajo y robusto que los actuales.

Los primeros homínidos con una capacidad craneal igual a la nuestra aparecen hace unos 100.000 años, lo cual ha hecho pensar que se trataban de *Homo sapiens*. Desde hace 75.000 hasta 35.000 años vivieron en Europa y Próximo Oriente los típicos Neandertales, que han sido frecuentemente considerados (supravalorando la capacidad craneana) como una subespecie denominada *Homo sapiens neanderthalensis*. Pero en su aspecto general recuerdan a *H. erectus* del que parecen evolucionar, ya que tienen un cráneo aplastado, con toro supraorbitario acentuado, así como frente y mentón huidizos. Además, sus esqueletos muestran una gran robustez, aunque serían ligeramente más bajos que los hombres actuales. Este grado de diferencia en cualquier otra familia de mamíferos hubiera dado lugar a la separación en dos especies distintas. En consecuencia, algunos investigadores empiezan a considerar la especie *Homo neanderthalensis*, como diferente de *H. erectus* y *H. sapiens*.

Finalmente, hace unos 35.000 años, al desaparecer los Neandertales, proliferaron en Europa los *Homo sapiens* del tipo actual, conocidos como hombres de Cro-Magnon. Al parecer la ocupación del mismo nicho ecológico dio lugar a una competencia que hizo desaparecer rápidamente al homínido menos inteligente. A pesar de que el hombre de Neandertal tenía una capacidad igual o incluso en algunos casos superior al hombre de Cro-Magnon, sería más importante la calidad que la cantidad, como parece indicar la organización del cerebro, con una parte frontal más desarrollada. La adquisición de este cráneo más alto y redondeado se cree que fue debido a un proceso de neotenia, como lo indica, entre otras razones, la forma tan parecida a la nuestra del cráneo de homínidos infantiles y de los póngidos africanos recién nacidos. Por otro lado, no hay un consenso en el carácter gradualista o saltacional de la evolución de los homínidos. La idea de que pequeños cambios han conducido de una forma gradual hasta el hombre, está siendo actualmente cuestionada por los que piensan que se produce un equilibrio interrumpido a intervalos, alternándose periodos largos de estabilidad

morfológica (como ejemplo presentan a *H. erectus*), con otros de rápido cambio, en el seno de una pequeña población que quedaría aislada y daría lugar a una nueva especie más evolucionada.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, Emiliano de, *Africa y el origen de la humanidad*, «Documentación africana», nº 15, marzo, (1972), 1-35.
- AGUIRRE, Emiliano de, *El origen del hombre*, Salvat, G.T., Barcelona, 1973, 143 págs.
- AGUIRRE, Emiliano de, *Richard Leakey, El lago Rodolfo y el origen del género Homo*, «COL-PA», nº 24, 1973, 5-8.
- AGUIRRE, Emiliano de, *La evolución de los Primates*, «La evolución», B.C.A. (1976), 589-648.
- AGUIRRE, Emiliano de, *Documentación fósil de la evolución humana*, «La evolución», B.C.A., (1976), 649-733.
- AGUIRRE, Emiliano de, *Las primeras huellas de lo humano*. «La evolución», B.A.C. (1976), 752-812.
- AGUIRRE, Emiliano de, *Situación estratigráfica y geocronológica de los primitivos Homínidos fósiles de Africa*, «Bol.R.Soc.Española Hist. Nat.» (Geol), 77, (1979), 17-22.
- AGUIRRE, Emiliano de, *Después de Darwin: la filogenia del hombre*, «Revista de Biología de la Universidad de Oviedo», 1(0): (1982), 93-104.
- AGUIRRE, Emiliano de, *El fósil de Orce y la cronología de la dispersión del género Homo*, «El Geólogo», nº23, (1987), 32-35.
- AGUIRRE, Emiliano de, y LUMLEY, Marie-Antoinette de, *Fossil men from Atapuerca, Spain: Their bearing on human evolution in the middle Pleistocene*, «Journal of Human Evolution», 6, (1977), 681-688.
- AGUIRRE, Emiliano de, et al., *Los fósiles humanos de Atapuerca (Burgos): Nota preliminar*, «Zephyrus», (1976), XXVI-XXVII.
- AGUIRRE, Emiliano de, et al., *Los fósiles humanos de Ibeas (Sierra de Atapuerca, Burgos). Inventario y determinación del número de individuos*, «Estudios geológicos» 42, (1986), 511-519.
- AGUSTÍ, Jorge, et al., *El "Hombre de Orce"*, «Revista Arqueológica», 29, 1983, 16-21.
- AYALA, Francisco J., *Origen y evolución del hombre*, Alianza Universidad, Madrid, 1980, 238 págs.
- AZANZA, Beatriz et al., *La cueva de las Graderas, Molinos (Teruel)*, Instituto de Estudios Turolenses, Teruel, 1986, 81 págs.
- BLANC, Marcel, *L'histoire génétique de l'espèce humaine*, «La recherche» (1984), 654-669.
- BROWN, Frank, et al., *Early Homo erectus skeleton from west Lake Turkana, Kenya*, «Nature», vol.316, (1985), 788-792.
- CAMPBELL, Bernard, *Ecología humana*, B.S. Salvat, Barcelona, 1985, 275 págs.
- COMAS, Juan, *El hombre como especie politépica y polimórfica*, «La evolución», B.A.C., (1976), 813-838.
- CANN, Rebeca L., et al., *Mitochondrial DNA and human evolution*, «Nature», vol. 325, 1987, 31-36.
- CRONIN, J.E., et al., *Tempo and mode in hominid evolution*, «Nature», vol. 292, (1981), 113-122.
- CRUSAFONT, Miguel, *Dinámica biológica de la antropogénesis*, «La evolución», B.A.C. (1976), 538-588.
- CRUSAFONT, Miguel, GOLPE, J.M., *New Pongids from the miocene of valles Penedes Basin (Catalonia, Spain)*, «Journal of Human Evolution», (1973), 17-23.
- CRUSAFONT, Miguel y HURZELER, Johannes, *Catálogo comentado de los Póngidos fósiles en España*, «Acta Geológica Hispánica», Instituto Nacional de Geología, C.S.I.C. nº 2, (1969), 44-48.
- CRUSAFONT, Miguel, et al., *Nuevos restos del Preneandertaliense de Cova Negra (Játiva)*, «Acta Geológica Hispánica», t. XI, (1976), nº 5, pp. 137-141.
- CHALINE, Jean, *Le quaternaire. L'histoire humaine dans son environnement*, Doin, París, 1972, 336 págs.
- DREIMAN, Richard, *Un origen para el hombre moderno*, «Mundo científico», nº13, vol. 2, (1982), 424-426.
- FUSTE, Miguel, *Parietal Neandertalense de Cova Negra (Játiva)*, S.I.C.-C.S.I.C., 17, Valencia, (1953), 32 págs.
- HAY, Richard L. y LEAKEY, Mary D., *Las pisadas fósiles de Laetoli*, «Investigación y Ciencia», nº 67, (1982), 16-25.
- HOFFSTETTER, Robert, *Phylogenie et classification: l'exemple des primates*, «Bulletin de la Société Zoologique de France», Tome 103, nº 2, (1978), p.183-188.
- HOFFSTETTER, Robert, *Les primates simiiformes (= anthropoidea) (comprehension, phylogenie, histoire biogeographique)*, «Annales de Paleontologie (Vert-Invert)», (1982) vol. 68, fasc.3, pp.241-290.
- HOLLOWAY, Ralph L., *I cervelli degli ominidi fossili*, «Le scienze», nº 75, (1974), 36-43.
- JELINEK, Jan, *Encyclopedie illustrée de l'homme préhistorique*, Grund, París, 1979, 559 págs.
- JACKSON, Dennis et al., *Human evolution*, «The open University», 5364, Unit 15 (1981), 1-52.
- JOHANSON, Donald y EDEY, Maitlaud, *El primer antepasado del hombre*, Planeta, Barcelona, 1982, 346 págs.
- JOHANSON, Donald, et al., *New partial skeleton of Homo habilis from Olduvai Gorge, Tanzania*, «Nature», vol.327, (1987), 205-209.

- KOENIGSWALD, G.H.R. von, *Historia del hombre*, Alianza, Madrid, 1981, 196 pags.
- LEAKEY, L.S.B. y GOODALL, V.M., *Hacia el desvelamiento del origen del hombre*, Aguilar, Madrid, 1973, 204 pags.
- LEAKEY, Richard, *La formación de la humanidad*, Serbal, Barcelona, 1981, 256 pags.
- LEWIN, Roger, *Evolución humana*, B.S. Salvat, 1986, 205 págs.
- LUMLEY, Marie Antoinette, *Le parietal anteneandertalien de Cova Negra (Játiva, Espagne)*, «C.R.Acad. Sc. París», t. 270, (1970), 39-41.
- LUMLEY, Marie Antoinette, *Anténéandertaliens et Néandertaliens du bassin méditerranéen occidental européen*, «Etudes Quaternaires», 2, (1973), 1-626.
- LUMLEY, Marie Antoinette, et al., *La Prehistoire Francaise*, C.N.R.S., París, 1976, 713 págs.
- MOLINA, Eustoquio, *Origen y evolución del hombre: Cuestión fundamental ante cualquier replanteamiento de los valores de la sociedad*, «Heraldo de Aragón» 1, XI, (1984).
- PILBEAM, David, *New hominoid skull material from the Miocene of Pakistan*, «Nature», vol. 295, (1982), 232-234.
- PILBEAM, David, *Origen de hominoideos y homínidos*, «Investigación y Ciencia», nº 92, mayo (1984), 48-58.
- PIVETEAU, Jean, *De los primeros vertebrados al hombre*, N.C. Labor, Barcelona, 1973, 166 págs.
- PIVETEAU, Jean, *Origine et destinée de l'homme*, Masson, París, 1983, 174 págs.
- RAT, Yoel, *The Australopithecine face*, Academic Pres, New York, 1983, 167 págs.
- RUIZ-BUSTOS, Antonio, *El yacimiento paleontológico de Cúllar de Baza-I*, «Investigación y Ciencia», nº 91, (1984), 20-28.
- SANTAMARÍA, Diana, *Los Australopithecidos de Sudafrica*, INAH, México, 1978, 112 págs.
- SCHWARTZ, Jeffrey H., *The evolutionary relationships of man and orangutans*, «Nature», vol.308, (1984), 501-504.
- STANLEY, Steven M., *El nuevo cómputo de la evolución*, Siglo XXI, Madrid, 1986, 273 págs.
- TRINKAUS, Erik y HOWELLS, William W., *Neandertales*, «Investigación y Ciencia», nº 41, (1980), 60-72.
- WALKER, Alan y LEAKEY, Richard, *Los homínidos de Turkana Oriental*, «Investigación y Ciencia», nº 25, (1978), 26-39.
- WALKER, A. et al., *2.5-Myr Australopithecus boisei from west of Lake Turkana, Kenya*, «Nature», vol. 322, (1986), 517-522.
- WASHBURN, Sherwood L., *La evolución de la especie humana*, «Investigación y Ciencia», 26, (1978), 128-137.

- WEINER, J.S., *El hombre: Orígenes y evolución*, Destino, Barcelona, 1980, 423 págs.
- WHITE, Tim, *Los australopitecinos*, «Mundo científico», 21, (1983), 18-31.