

“Claves de la Evolución Humana”



Módulo 1, Metodología

UD.1 La formación
de los yacimientos

UD.2 La medida del tiempo

UD.3 El oficio
de paleoantropólogo



Unidad 1, La formación de los Yacimientos



Sima de los Huesos



Trinchera Dolina, Sierra de Atapuerca

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 El registro fósil**
- 3.2 Levántate y anda**
- 3.3 Tipos de yacimientos**
- 3.4 Las grandes depresiones**
- 3.5 Las terrazas fluviales**
- 3.6 Los rellenos de cuevas**

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

1.2 Objetivos didácticos

1.3 Lecturas recomendadas

1.1 Conocimientos previos

No son necesarios conocimientos previos, ya que los conceptos básicos se explican en el texto. No obstante, un conocimiento previo de la Teoría de la Tectónica de Placas y de la acción geológica de los ríos y de las aguas subterráneas facilitará la comprensión del tema.

1.2 Objetivos didácticos

En esta unidad se persiguen dos grandes objetivos generales. En primer lugar, el conocimiento general del registro fósil y, en segundo lugar, las condiciones geológicas que favorecen la formación de yacimientos. Los objetivos específicos son los que siguen:

- Conocer la definición de fósil.
- Distinguir los distintos tipos de fósil: organismos completos, restos de organismos, huellas de actividad.
- Conocer los fósiles más frecuentes entre los restos de animales y de vegetales.
- Conocer al menos tres tipos de huellas de actividad biológica.
- Comprender la precariedad y posible sesgo del registro fósil.
- Comprender la importancia de la información relacionada con el lugar de hallazgo de los fósiles.
- Comprender la importancia de los estudios taxonómicos en la reconstrucción de los procesos de fosilización y para entender la génesis de los yacimientos.
- Relacionar la tasa de sedimentación con la probabilidad de que un resto biológico fosilice.
- Conocer los principales ambientes sedimentarios propicios para la fosilización de restos.
- Definir una cuenca sedimentaria.
- Reconocer la región del Rift Valley esteafricano como una gran cuenca sedimentaria.
- Comprender los procesos geológicos responsables de la formación del Rift Valley esteafricano.
- Reconocer las desembocaduras de los ríos en el mar y lagos como zonas de intensa sedimentación, propicias para la fosilización.
- Reconocer las terrazas fluviales como zonas de intensa sedimentación, propicias para la fosilización.
- Conocer al menos un ejemplo de yacimiento de fósiles humanos en una terraza fluvial.
- Reconocer las cavidades cársticas como zonas de intensa sedimentación, propicias para la fosilización.

- Entender los procesos de formación, apertura al exterior y relleno de las cuevas.
- Conocer al menos un ejemplo de yacimiento de fósiles humanos en el interior de cuevas.

1.3 Lecturas recomendadas

Anguita Virella, F. (1988). Origen e Historia de la Tierra. Rueda, Madrid.

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1997). La Especie Elegida. Temas de Hoy, Madrid.

Cervera, J.; Arsuaga, J.L.; Bermúdez de Castro, J.M. y Eudald Carbonell (1998). Atapuerca. Un millón de años de historia. Plot Ediciones, Madrid.

Johanson, D., Edey, M. (1982). El Primer Antepasado del Hombre. Planeta, Barcelona.

Sthraler, A. N. (1975). Geología Física. Omega, Barcelona.

Stringer, C., Gamble, C. (1996). En Busca de los Neandertales. Crítica, Barcelona.

2. Resumen del tema

Se conoce como **fósil** a cualquier resto o señal de actividad de los organismos del pasado. Esta definición incluye una gran diversidad de fósiles, desde organismos completos hasta huellas de paso. Los restos más comunes, dentro del reino animal, son las partes esqueléticas: conchas, dientes, caparazones, huesos... Por su parte, los restos vegetales fósiles más comunes son los granos de polen y las esporas.

Las señales de actividad de los organismos del pasado son muy variadas e incluyen, entre otras, a las huellas de locomoción, tubos y cámaras de habitación y las marcas de alimentación. La disciplina paleontológica que se encarga de estudiar estas señales de actividad es la Paleocnología.

Al conjunto de los fósiles conocidos se le conoce como registro fósil. Debido a la naturaleza del proceso de fosilización, el registro fósil está compuesto por una ínfima fracción de los organismos que vivieron en las distintas épocas del pasado. Además de esta pobreza el registro fósil está, presumiblemente, sesgado. Es decir, que tenemos la certidumbre de que los individuos y **especies** representadas en él no fueron, necesariamente, los más abundantes y comunes de los ecosistemas pretéritos.

Cuando se encuentra un fósil es de capital importancia registrar toda la información posible sobre su situación geográfica y estratigráfica. Además, para estudiar los procesos que llevaron a la formación de los fósiles particulares y a la del propio yacimiento es necesario anotar la posición espacial exacta de cada fósil, las posiciones relativas de unos respecto a otros, la orientación tridimensional de cada fósil, su estado de conservación, etc. Existe una rama de la [Paleontología](#) que, a partir de los datos recogidos en el yacimiento y del estudio de cada fósil, trata de recomponer los procesos que dieron lugar a los yacimientos; se trata de la [Tafonomía](#).

Los lugares preferentes para la formación de yacimientos son aquellos donde hay altas tasas de sedimentación, que permiten un rápido enterramiento de los restos y señales de actividad. Los lugares con mayor tasa de sedimentación son aquellos en los que una corriente de agua, cargada de sedimentos, se ve frenada. En el interior de los continentes, esta situación se produce, principalmente, en las grandes depresiones, las terrazas fluviales y el interior de las cuevas.

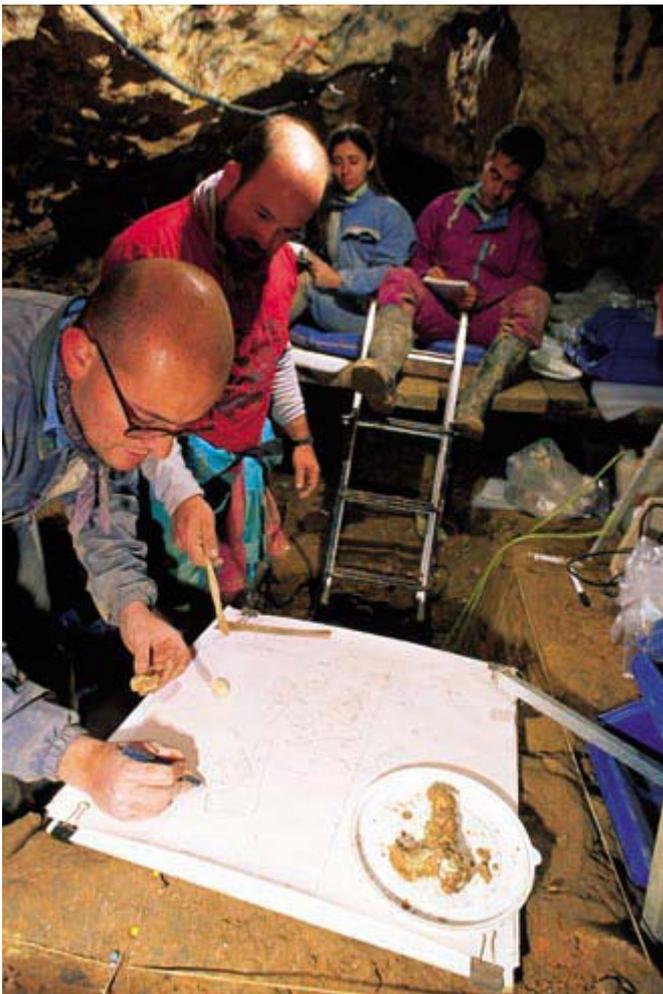


Figura 1.1.1

Cuando se encuentra un fósil, es fundamental registrar toda la información posible sobre su situación geográfica y estratigráfica. Además debe anotarse la posición espacial exacta de cada fósil, las posiciones relativas de unos respecto a otros, la orientación tridimensional de cada fósil, su estado de conservación, etc.

3. Desarrollo del Tema

3.1 El registro fósil

La palabra fósil procede del adjetivo latino *fossilis*, derivado del verbo *fodere* (excavar), que se aplica a cualquier objeto desenterrado. Sin embargo, su significado actual es mucho más restringido y solo se aplica a algunos de los "objetos desenterrados": en concreto, a cualquier resto o señal de actividad de los organismos del pasado. Es a través del estudio de estos fósiles que los paleontólogos desentrañan la historia de la vida sobre nuestro planeta, y al conjunto de fósiles conocidos se le conoce como registro fósil.

El registro fósil incluye una sorprendente variedad de tipos de fósiles. Se da la paradoja de que aunque la probabilidad de que un organismo fosilice es muy baja, un mismo individuo puede producir un elevado número (incluso miles) de fósiles diferentes. El tipo de fósil más evidente, y el más informativo para el paleontólogo, consiste en la totalidad o parte(s) del cuerpo de un ser vivo. Aunque no es frecuente que fosilicen organismos completos, tampoco se trata de casos excepcionales y así podemos mencionar, por ejemplo, los insectos conservados en ámbar o los cadáveres congelados de los mamuts. No obstante, lo más habitual es que solo fosilicen las partes mineralizadas de los animales: huesos, dientes, conchas y caparazones.

También las plantas tienen estructuras duras que fosilizan con facilidad, como las partes leñosas de troncos y raíces, y otras blandas que lo hacen con menos frecuencia, como las hojas, frutos, y frondes. Sorprendentemente, la mayor parte de los fósiles vegetales del registro fósil no son los orgullosos leños sino las humildes esporas y los granos de polen. Ambos son muy resistentes gracias a la presencia de envueltas externas o cutículas químicamente muy estables. Tan abundantes son las esporas y el polen en los estratos sedimentarios, que se ha desarrollado una disciplina de la [Paleontología](#) para dedicarse a su estudio; es la Palinología, del griego *Palyno*: rociar (por que los sedimentos parecen "rociados" de esporas y polen).



Figura 1.1.2

La palinología estudia los restos de polen y esporas fósiles. Las envueltas externas son muy resistentes y aguantan muy bien el paso del tiempo.

Quizá los fósiles más fascinantes y misteriosos sean las señales de actividad de los organismos. El ejemplo más obvio lo constituyen las pistas; es decir, las marcas dejadas en el sustrato por los animales que se desplazaron sobre él.

Entre las pistas más famosas se encuentran las huellas de Laetoli, que fueron dejadas por dos **homínidos bípedos**, uno grande y otro más pequeño, que caminaron uno al lado del otro hace más de tres millones de años. También gozan de gran popularidad las huellas de dinosaurios. Este tipo de fósil es muy útil para estudiar aspectos de la locomoción de los animales que las produjeron, pero también nos informa sobre su peso y, en determinados casos, sobre aspectos de su comportamiento tales como la sociabilidad (según se deduzca que formaban manadas o eran solitarios).

Aunque menos conocidas por el gran público, la mayor parte de las pistas del registro fósil fueron producidas por invertebrados marinos, del tipo de los trilobites, las lombrices y los gusanos, al desplazarse sobre el fango del fondo. También estas huellas son muy ilustrativas sobre la locomoción y hábitos de vida de sus propietarios (aunque muchas veces no se sepa con exactitud quienes las produjeron). Además de las pistas, existen otros muchos tipos de señales de actividad, que incluyen, entre otras, a túneles de alimentación y/o habitación, huellas de reposo, heces fósiles (o coprolitos) y, en el caso de los humanos, instrumentos de piedra. También hay una especialidad paleontológica encargada del estudio de estas evidencias de las actividades de los organismos del pasado. Se trata de la Paleoicnología (del griego *ichnos*: huella).



Figura 1.1.3

Las huellas de las garras que dejaron en la arcilla los osos que habitaron las cuevas en el **Pleistoceno** son un ejemplo de icnofósiles. Estas huellas fósiles nos informan de la actividad del organismo vivo, en este caso de un oso afilándose las garras.

Con justicia, se podría pensar que el adjetivo que mejor describe al registro fósil es el de variado, pero lo cierto es que hay otro que lo define mejor: sesgado. Sólo una pequeña parte del conjunto de seres vivos del pasado están representados en él ya que la mayoría no produjo ni un solo fósil. Además, muchos de los fósiles producidos se han perdido a lo largo del tiempo debido a los procesos de erosión, y otros muchos nunca nos serán accesibles por estar enterrados a muchos metros de profundidad. En consecuencia, el registro fósil no es sino una estrechísima mirilla por la que intentamos vislumbrar la vida del pasado. Desgraciadamente, la precariedad del registro no es su peor cualidad. Lo cierto es que no tenemos razones para pensar que éste sea representativo de las [especies](#) del pasado. Es decir, que no podemos estar seguros (más bien todo lo contrario) de que los organismos y especies que conocemos por los fósiles fueran los más comunes en las Biosferas pretéritas. Para decirlo claramente: solo tenemos unos pocos fósiles que representan a unos pocos organismos de unas pocas especies del total que vivieron en el pasado, ¿cómo saber qué parte del total representan?

3.2 Levántate y anda

El trabajo de un paleontólogo es el de volver a la vida a los organismos del pasado a través del estudio de los fósiles. Los fósiles son la principal fuente de conocimiento sobre la vida en el pasado, pero no la única. Un fósil colocado sobre la mesa del paleontólogo contiene mucha información de tipo paleobiológico pero no aportará ningún dato sobre su localización geográfica ni sobre su antigüedad.

No solo es importante saber dónde se encontró un fósil y su relación con las capas de rocas del yacimiento, hay otros tipos de información que también son de importancia capital. Se trata de la posición exacta de los fósiles uno respecto a otros, de su disposición, su orientación y su estado de conservación. Solo con esa información el paleontólogo puede abordar el estudio de cómo llegaron los fósiles hasta el yacimiento y de cómo se formó éste. Con este fin, existe una rama de la **Paleontología**, la **Tafonomía** (de los vocablos griegos *taphos* y *nomos* que significan literalmente enterramiento y ley, respectivamente) que se encarga del estudio de la historia de los fósiles desde que se produjo un resto, o una señal de actividad de un ser vivo, hasta que el correspondiente fósil está listo para ser estudiado. Como resultado de los análisis tafonómicos es posible establecer cómo llegaron los fósiles al yacimiento y qué tipo de información se ha perdido en el proceso de fosilización, lo que resulta imprescindible para la correcta interpretación de los fósiles.

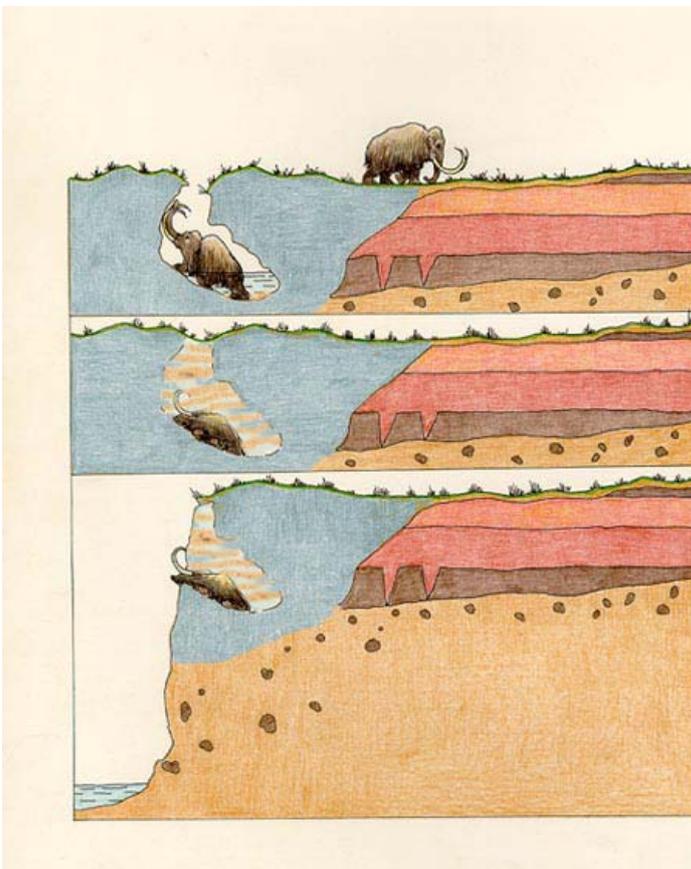


Figura 1.1.4

La **Tafonomía** se encarga del estudio de la historia de los fósiles, desde que se produjo un resto (o una señal de actividad de un ser vivo) hasta que ese fósil llega a nuestras manos para ser estudiado. Esta ilustración explica el proceso de enterramiento de un mamut que queda atrapado en el **permafrost** o suelo helado de la **tundra** y posteriormente es enterrado bajo sucesivas capas de barro helado que garantizan su congelación. La erosión favorece la exposición de parte del animal (quizás un colmillo) y los especialistas proceden a la excavación sistemática del mamut fósil.

Un fósil del que no se conoce su origen pierde gran parte de su valor. Los datos geográficos, geológicos y tafonómicos hay que registrarlos con gran exactitud y esta tarea requiere formación y experiencia. Aunque los aficionados realizan a veces hallazgos muy valiosos, la correcta extracción de los fósiles es un trabajo para el que solo los paleontólogos profesionales están capacitados. Recolectar fósiles para engrosar colecciones privadas es un expolio al patrimonio y una pérdida irreparable de conocimiento.

3.3 Tipos de yacimientos

Para que el fenómeno de la fosilización tenga lugar, se han de dar una serie de circunstancias especiales. La primera de ellas es el enterramiento, que ha de ser relativamente rápido ya que si no es así el resto quedará expuesto a la acción de factores atmosféricos (la meteorización, por ejemplo) y biológicos (carroñeros y descomponedores) que lo harán desaparecer. Es decir, que solo en ambientes con altas tasas de sedimentación (sedimentación rápida) es posible que los seres vivos produzcan fósiles.

El principal agente geológico de la corteza terrestre es el agua en movimiento. Cuando el agua corre con gran velocidad es capaz de erosionar las rocas de la corteza terrestre y arrastrar los sedimentos producto de tal erosión. Este transporte depende de la propia velocidad del agua: cuanto mayor sea ésta más grande será su energía cinética y, por tanto, mayor su capacidad de transportar sedimentos. Así, cuando el agua pierde velocidad reduce su capacidad de transporte y se produce la deposición de los materiales que arrastra; es decir su sedimentación.

Por todo ello, en aquellos ambientes en los que llegue agua corriente, cargada de sedimentos, y se produzca un descenso abrupto en la velocidad de dicha agua, tendrá lugar una sedimentación intensa. Como ya hemos visto, estos ambientes sedimentarios son los ideales para la producción de fósiles y, en los continentes, se pueden resumir en tres grandes tipos: cuencas sedimentarias, terrazas fluviales y el interior de cuevas.

3.4 Las grandes depresiones

Una cuenca sedimentaria es una región deprimida rodeada de montañas. Desde éstas últimas corren cursos de agua que confluyen en la depresión, formando zonas pantanosas y lagos. El agua circula a gran velocidad por las montañas, erosionándolas y transportando los sedimentos hacia la depresión, en donde deposita los materiales acarreados al perder su velocidad cuando desemboca en los lagos y pantanos. En una cuenca sedimentaria hay una zona de producción intensa de sedimentos (las montañas) y otra de acumulación de éstos (la depresión). Como resultado de este proceso, las montañas van siendo reducidas en su volumen y altura, y la cuenca central se va rellenando, elevándose cada vez más. De este modo se han formado, por ejemplo, las dos mesetas que componen la región central de la Península Ibérica.

En el campo de la evolución humana, hay una cuenca sedimentaria de extraordinario interés por los fósiles que contiene y cuya formación está relacionada con las fuerzas que fracturan y desplazan la corteza terrestre: el gran *Rift Valley* del este de África. La región esteafricana está recorrida por una red de grandes depresiones alargadas, que se encuentran unidas entre sí en un gran valle, que como un gigantesco surco de arado, se extiende desde Mozambique hasta el norte de Etiopía. La causa de este peculiar relieve está en el hecho de que, en esta región, se está fracturando la litosfera terrestre. Si el proceso continúa, una parte de África, el llamado "cuerno de África", se acabará desgajando de la masa continental y se desplazará hacia el noreste, hacia el sur de la Península Arábiga.



Figura 1.1.5

El Rift Valley (el valle del Rift, al este de África) es una de las cuencas sedimentarias de mayor interés dentro del estudio de los fósiles humanos.

La Tierra está compuesta por una serie de capas cuyas propiedades físicas son diferentes. La capa más externa es la Corteza, cuyo espesor promedio es de 30 Km. Bajo la Corteza se extiende el Manto, una capa inmensa de unos 2900 Km. de espesor. Finalmente, la capa más interna de nuestro planeta es el Núcleo, con unos 3470 Km. de radio. La Corteza es rígida, como la mayor parte del Manto y la parte más interna del Núcleo (su zona externa es líquida). Dentro del Manto pueden distinguirse zonas distintas en función del estado de las rocas que lo forman. Así, los primeros 100 Km., aproximadamente, del Manto están constituidos por roca rígida y forman, junto con la Corteza, la llamada Litosfera (esfera rígida). Pero entre los 100 y los 1000 Km. de profundidad las rocas están próximas al punto de fusión o fundidas (aproximadamente un 2% del total), en un estado que se conoce como fluido (lo más parecido es un estado similar al de la lava volcánica) confirmando a esta zona del Manto, que se conoce como Astenosfera (esfera fluida), unas propiedades especiales.

En determinados puntos de la Astenosfera, las rocas están más calientes y tienden a ascender, formando lo que se conoce como *corrientes de convección*. Estas corrientes de convección pueden alcanzar la Litosfera llegando, en algunas ocasiones, a deformarla e incluso a partirla. Este proceso es el responsable de que la Litosfera esté fracturada en placas, que pueden desplazarse unas respecto a otras debido a que están sustentadas en una base fluida, surcada por corrientes de convección, la Astenosfera. A este proceso se le conoce como Tectónica de Placas y su resultado es la Deriva Continental (o movimiento de las masas continentales a lo largo del tiempo).

Descrito con más detalle, el proceso de ruptura y separación de placas litosféricas se inicia cuando una corriente de convección alcanza la Litosfera. Entonces se produce un "abombamiento" de la superficie, que al mismo tiempo se fractura. Cuando cede la presión, la superficie elevada se hunde debido a las roturas (fallas) producidas. Este proceso (aumento y disminución de la presión sobre la Litosfera en una zona) puede repetirse varias veces y está asociado con fuerte vulcanismo. Como consecuencia, se forman grandes depresiones en las que confluye el agua que circula por sus laderas y que deposita grandes cantidades de sedimentos. En resumen, se forma una cuenca sedimentaria.

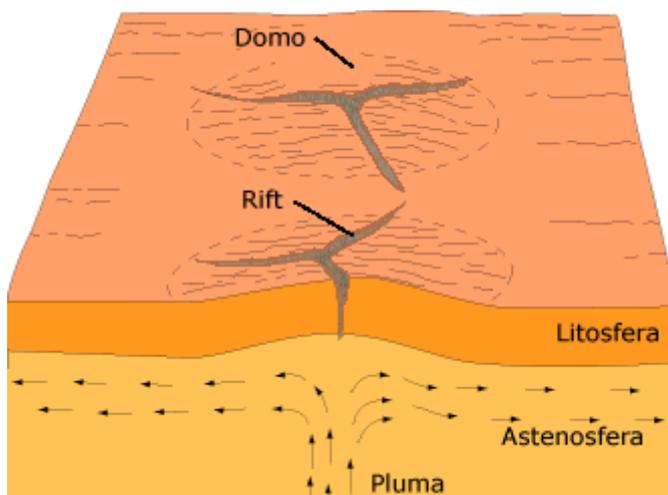


Figura 1.1.6

La Astenosfera es una esfera fluida con propiedades especiales. En ciertos puntos de la Astenosfera las rocas están más calientes y tienden a ascender formando corrientes de convección.

Pues bien, este es el fenómeno que ha formado el conjunto de depresiones que forman el gran Rift Valley del este de África y que ha propiciado la formación de los grandes lagos del interior del continente y de las correspondientes cuencas sedimentarias. El vulcanismo asociado ha intercalado en los niveles sedimentarios capas de rocas volcánicas, cuya antigüedad puede conocerse con gran precisión, y que son muy útiles para conocer la edad de los fósiles contenidos en dichos niveles.

Entre los muchos yacimientos importantes de esta región de África pueden destacarse los que se encuentran enclavados en las orillas orientales y occidentales del lago Turkana (antiguo lago Rodolfo), situado al noroeste de Kenia.

3.5 Las terrazas fluviales

En cualquier río pueden distinguirse tres zonas en su curso. En tramo alto está caracterizado por la presencia de fuertes desniveles que imprimen al agua una gran velocidad y, por tanto, una elevada energía. Gracias a esta elevada energía, el río arranca y transporta grandes cantidades de roca que arrastra hacia el tramo medio. En éste, la pendiente es menor, menguando la velocidad del agua y disminuyendo su capacidad de transporte. Aquí el río está en equilibrio: no tiene la suficiente energía para erosionar, pero sí para transportar los sedimentos cargados en el tramo alto. En el tramo bajo, la velocidad desciende mucho y el agua pierde la capacidad de arrastrar los materiales; comienza la sedimentación. Como la pérdida de velocidad suele ser gradual, los materiales más pesados se depositan primero y los más finos los últimos, generalmente en la desembocadura.

En resumen, a lo largo del curso de un río se distingue una zona de erosión, otra de transporte y una tercera de sedimentación. Por supuesto, ésta es una simplificación, ya que cualquier variación de la velocidad del agua conlleva un cambio en su capacidad de transporte. En el curso alto también hay regatos, donde predomina la sedimentación, y en el curso medio o bajo hay zonas donde el agua cobra velocidad y hay erosión. Pero estas situaciones son anecdóticas y la dinámica general del río es la descrita. Como consecuencia, el lecho del río es diferente en cada tramo. Es profundo y sin sedimentos en su curso alto (zona de erosión) y somero y con grandes depósitos de sedimentos en su curso bajo (zona de sedimentación). Esta última parte del curso del río es adecuada para el enterramiento de cadáveres o restos de organismos y su posterior fosilización.

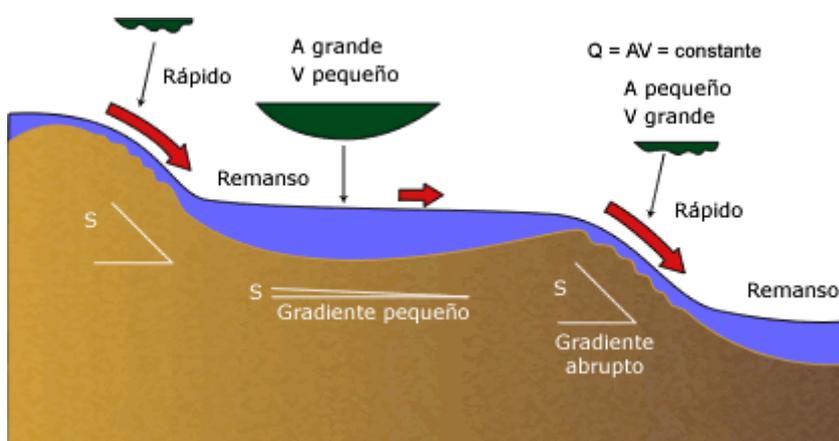


Figura 1.1.7 A lo largo del curso de un río se distingue una zona de erosión, otra de transporte y una tercera de sedimentación. Es en el tramo bajo, donde la velocidad desciende y el agua ya no puede continuar arrastrando los materiales y da comienzo la sedimentación. A: área de la sección del cauce, V: velocidad de flujo; S: pendiente; Q: caudal.

Pero los ríos no han sido siempre iguales. Por efecto de la erosión del río sobre su cauce, el desnivel de éste se va atenuando. En consecuencia, el tramo bajo se va extendiendo a expensas del curso medio, que a su vez "asciende" por el tramo alto, que también se reduce. No obstante hay fenómenos que "rejuvenecen" el perfil del cauce, incrementando el desnivel. Esto puede ocurrir si las montañas donde se origina el río se ven levantadas por fuerzas tectónicas o isostáticas, o si el nivel del mar desciende por efecto de una [glaciación](#) (ver más adelante).

Además de la velocidad del agua, su capacidad de erosionar y transportar también dependen de su masa (el otro componente de la energía cinética), o dicho de otro modo: de la cantidad de agua que lleven. Y ésta varía mucho a lo largo del tiempo. En el último millón de años se han sucedido periodos fríos y secos con otros más calidos y húmedos. Los momentos de mayor frío son las glaciaciones, en las que los casquetes polares (especialmente en el norte) se extendían hacia las regiones templadas. El aumento de la masa de hielo de los mantos polares, determinaba que una cantidad mayor del agua circulante del planeta quedase retenida en forma de hielo. En consecuencia, las lluvias eran más escasas y el nivel del mar descendía. También los ríos veían afectado su caudal, que se reducía grandemente. Cuando el clima volvía a ser más calido, aumentaban las precipitaciones y los deshielos se hacían más copiosos: los ríos se volvían más caudalosos.

Estos factores, variación en el perfil del cauce y en el caudal de agua del río, hacen que la zona de erosión y de sedimentación del río no sean constantes. Así, la zona de erosión de un río puede (en un momento de caudal elevado o de rejuvenecimiento del desnivel) situarse donde antes estaba la región de sedimentación (cuando el río llevaba menos agua o esta fluía más lentamente). Y cuando un río labra su cauce a través de sus propios sedimentos, nunca vuelve a pasar exactamente por el mismo sitio. En consecuencia, quedan depósitos sedimentarios sin erosionar (que pueden ser muy ricos en fósiles) que se conocen como terrazas fluviales.



Figura 1.1.8 El río Arlanzón es el responsable de haber ido depositando los sedimentos que han ido rellenando las cavidades de la Sierra de Atapuerca. A lo largo de su historia son varias las terrazas que ha originado.

Un buen ejemplo de yacimiento con fósiles humanos en terrazas fluviales, lo constituye la localidad javanesa de Ngandong, en las terrazas del río Solo, donde se han hallado numerosas cráneos fragmentarios de *Homo erectus*.

3.6 Los rellenos de cuevas

El tercer ambiente en que puede tener lugar una sedimentación intensa son las cuevas. La mayor parte de las cuevas se producen en las rocas calizas, debido a sus propiedades químicas. La roca caliza esta formada, básicamente, por carbonato cálcico. Este mineral se forma cuando el calcio disuelto en el agua reacciona, a través de una serie de reacciones intermedias, con el dióxido de carbono, igualmente disuelto en el agua. El carbonato cálcico precipita en condiciones de extrema quietud del agua. La inmensa mayor parte de la roca caliza del planeta se ha formado (y se forma, en la actualidad) en el fondo del mar, en capas que pueden tener cientos de metros de espesor. Estas capas de roca caliza pueden verse plegadas por la dinámica de la corteza terrestre, originando montañas que quedan fuera del mar. Así se formaron la mayor parte de nuestras montañas, como la mayor parte del Sistema Ibérico, los pirineos y Picos de Europa, por ejemplo.

Como resultado de este proceso, enormes masas de roca caliza son puestas a merced de los agentes geológicos externos. De manera inversa a como se formó, el carbonato cálcico que forma la caliza puede ser disuelto por el agua, a condición de que ésta contenga dióxido de carbono. Y el agua de lluvia que se filtra a través de las numerosas grietas y fisuras de las rocas contiene dióxido de carbono, por lo que es capaz de disolver la caliza. También disuelven las rocas calizas las aguas subterráneas que se infiltran en ellas, siempre a favor de las grietas, ya que también contienen dióxido de carbono.

De este modo, el interior de la montaña se va viendo horadado por la acción del agua y se van formando túneles horizontales y verticales, que se conocen como galerías y simas, respectivamente. Cuando el nivel de base de las aguas subterráneas (o nivel freático) desciende (por ejemplo porque el valle se encaje) el agua deja de circular por galerías y simas, y solo el agua de lluvia sigue actuando. En este momento, la montaña guarda en su interior un laberinto de cavidades. La acción del agua de lluvia, y la erosión de las laderas, llevan a que esta red de cuevas se abra al exterior, y empiecen a ser rellenadas por los sedimentos que el agua de las laderas arrastra, al introducirse, como si se tratara de desagües, en las cuevas. Junto con los sedimentos, el agua transporta restos de organismos, que quedan fosilizados junto a aquellos otros restos introducidos por carnívoros y humanos, como resultado de sus actividades.

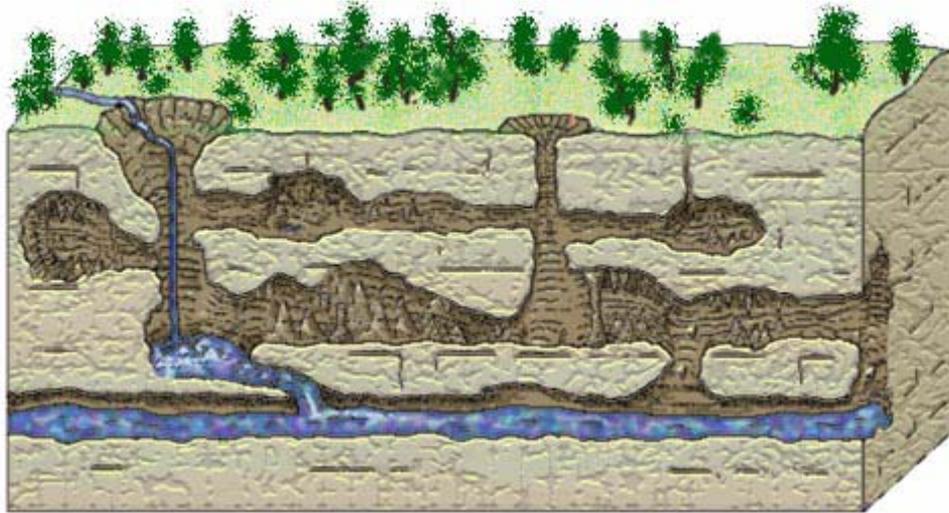


Figura 1.1.9 La montaña va siendo horadada por la acción del agua. Al disolverse la roca caliza se van formando túneles y grietas en varias direcciones (las galerías y simas). Al bajar el nivel freático (el curso del río se desplaza) queda la cavidad y puede ser utilizada por los diferentes organismos dando comienzo del proceso de relleno (de sedimentos) de la cueva, la sedimentación.

Una gran parte de los fósiles humanos conocidos proceden de regiones en las que no hay cuencas sedimentarias, siendo mayoría los yacimientos en el interior de cuevas sobre los de terrazas fluviales. Quizá los ejemplos más señeros de yacimiento en cueva lo constituyan los de la región del Transvaal (Sterkfontein, Swartkrans y Kromdraai), en Sudáfrica, y los de la burgalesa Sierra de Atapuerca.



Figura 1.1.10

Fotografía tomada antes de 1976 en la que se observan dos de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca de la Trinchera del Ferrocarril. Galería (en primer plano) y Dolina (al fondo) eran cavidades que quedaron expuestas al 'cortarse' la sierra en las obras de construcción de un ferrocarril minero. Se puede observar cómo los sedimentos arcillosos han colmatado las cuevas hasta el techo.

Por último, cabe mencionar un tipo de yacimiento cuya génesis no se debe a los agentes geológicos externos sino a la mano humana. Se trata de los enterramientos, acumulaciones intencionadas de cadáveres en lugares recónditos de las cuevas (como en el caso de la Sima de los Huesos de la Sierra de Atapuerca), o acumulaciones de huesos tras el consumo de seres humanos (como en el nivel TD6 de la Gran Dolina de Atapuerca). En este tipo de yacimientos la conservación de los restos es excepcional y pueden encontrarse esqueletos completos o muy completos. Desgraciadamente, con la notabilísima excepción del yacimiento de la Sima de los Huesos, la humanidad no comenzó las prácticas funerarias hasta hace menos de 100.000 años, por lo que el registro fósil de las humanidades más antiguas de esa fecha es mucho más escaso y fragmentario que el de aquellas otras posteriores (humanos modernos y neandertales).



Figura 1.1.11

La posible causa de la masiva acumulación de fósiles humanos en la Sima de los Huesos hace unos 300.000 años fue la acción de los propios humanos, que arrojaban allí a sus muertos.

4. Actividades

Actividad 1

Teniendo en cuenta que cada pieza esquelética o dental puede fosilizar por separado, ¿cuántos fósiles distintos puede originar un ser humano (suponiendo que no se rompieran los huesos)? ¿Es cierto que un mismo organismo puede producir miles de fósiles distintos? Poner un ejemplo.

Actividad 2

Partiendo de un ecosistema de fondo marino, elaborar una lista con los organismos que tengan más probabilidades de fosilizar. Hacer otra relación con tipos de organismos cuyas posibilidades de fosilizar sean casi nulas. A partir de las listas anteriores, razonar el porqué se afirma que el registro fósil está sesgado.

Actividad 3

Elaborar una ficha de excavación que facilite la recogida de toda la información relevante sobre los fósiles de un yacimiento.

Actividad 4

Esta actividad está pensada para realizarla a lo largo de todo el curso: Hacer una relación con aquellos yacimientos de fósiles humanos que se correspondan con una cuenca sedimentaria, con terrazas fluviales, y con cuevas. A partir de estos datos responder a las siguientes cuestiones: ¿Qué tipo de ambiente sedimentario es el más frecuente en África? ¿y en Asia? ¿y en Europa? ¿Qué tipo de ambiente sedimentario es el mejor representado en los tres continentes?

5. Autoevaluación

1) ¿Cuáles de los siguientes casos, encontrados en un yacimiento, pueden considerarse fósiles?

- 1.- Una corteza de árbol.
- 2.- Marcas de oleaje en los sedimentos.
- 3.- Una herramienta de piedra.
- 4.- Una madriguera de un roedor.

2) La Paleoicnología es la rama de la Paleontología que estudia:

- 1.- Los fósiles de peces.
- 2.- Los granos de polen y esporas fósiles.
- 3.- Las huellas de actividad biológica fósiles.
- 4.- Los fósiles vegetales.

4) Definir registro fósil.

5) Explicar el sentido de: *El registro fósil es un registro sesgado.*

6) La Tafonomía es una disciplina paleontológica que se encarga de:

- 1.- Estudiar el proceso de excavación de los fósiles.
- 2.- Deducir el comportamiento de los organismos a partir de las huellas de actividad biológica.
- 3.- Clasificar los organismos fósiles.
- 4.- Reconstruir el proceso de fosilización e interpretar cómo se formaron los yacimientos.

7) Cuando se encuentra un fósil, se debe:

- 1.- Anotar la fecha del hallazgo y el municipio donde se encontró.
- 2.- Notificar el hallazgo a paleontólogos profesionales.
- 3.- Hacer fotografías del lugar y del fósil antes de extraerlo.
- 4.- Anotar la situación geográfica exacta y hacer fotografías del hallazgo antes de extraerlo.

8) Explicar la relación entre tasa de sedimentación y probabilidad de fosilización.

9) En el curso de un río, es más probable encontrar fósiles en:

- 1.- La desembocadura.
- 2.- El curso alto.
- 3.- El curso medio.
- 4.- A lo largo de todo el curso indistintamente.

10) Explicar la relación entre la variación en la velocidad del agua, a lo largo del curso de un río, y la probabilidad de fosilización.

11) La capacidad de erosionar y transportar sedimentos de un río depende de:

- 1.- El trazado de su curso.
- 2.- Su caudal y la velocidad del agua.
- 3.- La proximidad de las montañas.
- 4.- La distancia a la desembocadura.

12) El gran *Rift Valley* de África oriental es una zona en la que se han hallado muchos fósiles de homínidos. Esto se debe, principalmente a:

- 1.- Los homínidos gustaban de vivir en valles y por eso sus fósiles aparecen en este gran valle.
- 2.- Es la región de África donde se han concentrado mayores esfuerzos para encontrar fósiles humanos.
- 3.- Es una zona que favoreció la fosilización por tratarse de una cuenca sedimentaria muy activa.
- 4.- El resto de África está cubierto de selva y no pueden buscarse yacimientos.

13) La formación de la gran cuenca sedimentaria del *Rift Valley* esteafricano se debe a:

- 1.- La existencia de grandes volcanes en la zona.
- 2.- Una intensa erosión fluvial que ha labrado profundos valles.
- 3.- Es una zona de fractura de la corteza terrestre, con hundimiento y levantamiento de bloques.
- 4.- Se trata de una antigua cuenca marina.

14) El tipo de roca más favorable para la formación de cuevas es:

- 1.- El granito.
- 2.- La caliza.
- 3.- La cuarcita.
- 4.- El yeso.

15) ¿A qué tipo de ambiente sedimentario corresponden los siguientes yacimientos?:

- 1.- Ngandong
- 2.- Atapuerca
- 3.- Orillas del lago Turkana
- 4.- Sterkfontein

6. Soluciones

1) ¿Cuáles de los siguientes casos, encontrados en un yacimiento, pueden considerarse fósiles?

- 1.- Una corteza de árbol.
- 3.- Una herramienta de piedra.
- 4.- Una madriguera de un roedor.

2) La Paleocnología es la rama de la Paleontología que estudia:

- 3.- Las huellas de actividad biológica fósiles.

3) Definir registro fósil.

Conjunto de fósiles (restos o huellas de actividad de los organismos del pasado) conocidos, que pueden ser estudiados.

4) Explicar el sentido de: *El registro fósil es un registro sesgado.*

Puesto que la fosilización se ve favorecida por la existencia de estructuras duras (esqueletos) o resistentes a la degradación (polen, esporas), los individuos y/o especies que no presenten dichas estructuras tendrán menos probabilidades de fosilizar y estarán infra-representados en el registro fósil. Por contra, individuos y/o especies con partes duras o resistentes fosilizarán con mayor facilidad y estarán sobre-representados.

5) La Tafonomía es una disciplina paleontológica que se encarga de:

- 4.- Reconstruir el proceso de fosilización e interpretar cómo se formaron los yacimientos.

6) Cuando se encuentra un fósil, se debe:

- 2.- Notificar el hallazgo a paleontólogos profesionales.

7) Explicar la relación entre tasa de sedimentación y probabilidad de fosilización.

Un factor determinante para que un resto o señal fosilice es que se entierre rápidamente para quedar preservado de la intemperie o de la acción de otros organismos. La rapidez del enterramiento, a su vez, depende de la tasa de sedimentación: a mayor tasa enterramiento más rápido y, por tanto, mayor probabilidad de fosilizar.

8) En el curso de un río, es más probable encontrar fósiles en:

- 1.- La desembocadura.
- 3.- El curso medio.

9) Explicar la relación entre la variación en la velocidad del agua, a lo largo del curso de un río, y la probabilidad de fosilización.

La tasa de sedimentación depende inversamente de la velocidad del agua: a más velocidad menos sedimentación. Como las probabilidades de que un resto fosilice dependen directamente de la tasa de fosilización, estas serán mayores allí donde la velocidad sea menor: en la desembocadura y, según las condiciones, en parte del curso medio, en donde se depositan las terrazas fluviales.

10) La capacidad de erosionar y transportar sedimentos de un río depende de:

2.- Su caudal y la velocidad del agua.

11) El gran *Rift Valley* de África oriental es una zona en la que se han hallado muchos fósiles de homínidos. Esto se debe, principalmente a:

3.- Es una zona que favoreció la fosilización por tratarse de una cuenca sedimentaria muy activa.

12) La formación de la gran cuenca sedimentaria del *Rift Valley* esteafricano se debe a:

3.- Es una zona de fractura de la corteza terrestre, con hundimiento y levantamiento de bloques.

13) El tipo de roca más favorable para la formación de cuevas es:

2.- La caliza.

Nota: En yesos también se forman cuevas, si bien, en términos generales, son menos frecuentes y de menor desarrollo que aquellas formadas en calizas. Como ejemplo tenemos los complejos kársticos de Sorbas en Almería o Perales de Tajuña en Madrid.

14) ¿A qué tipo de ambiente sedimentario corresponden los siguientes yacimientos?:

1.- Ngandong (terrazas fluviales del río Solo, Java)

2.- Atapuerca (cueva, España).

3.- Orillas del lago Turkana (cuenca sedimentaria, noroeste de Kenia y sur de Etiopía).

4.- Sterkfontein (cueva, República de Sudáfrica).

Unidad 2, La medida del tiempo.



Paleomagnetismo

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Las dataciones relativas**
- 3.2 Átomos, radiactividad y relojes**
- 3.3 El método del Carbono-14**
- 3.4 Dataciones por Potasio-Argón**
- 3.5 Datación por trazas de fisión**
- 3.6 Datación por series de Uranio y Torio**
- 3.7 Dataciones por Termoluminiscencia y Resonancia de Espín Electrónico**
- 3.8 Paleomagnetismo**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

1.2 Objetivos didácticos

1.3 Lecturas recomendadas

1.1 Conocimientos previos

No es necesario ningún conocimiento previo, ya que el tema está planteado de manera que se explican todos los conceptos necesarios para su comprensión. No obstante, conocimientos previos sobre Teoría de la Evolución pueden ayudar a la mejor comprensión del uso de los fósiles como técnica de datación relativa. Asimismo, el estar familiarizado/a con la estructura del átomo puede facilitar la comprensión de las técnicas de [datación radiométrica](#).

1.2 Objetivos didácticos

Junto a objetivos que son específicos del tema, se incluyen otros de índole más general destinado a relacionarlo con otras áreas de conocimiento como la Química (estructura atómica), la Geología ([estratigrafía](#) y estructura de la Tierra) y la Física (magnetismo). Los objetivos específicos son los que siguen:

- Definir datación relativa y datación absoluta, distinguiendo entre ambas.
- Conocer la relación temporal entre un fósil y el estrato que lo contiene.
- Definir Geocronología y Geocronometría, distinguiendo entre ambas.
- Conocer el Principio de superposición de los estratos y su uso para establecer dataciones relativas.
- Conocer los conceptos de columna estratigráfica y correlación estratigráfica.
- Conocer los criterios, litológicos y paleontológicos, empleados para realizar correlaciones estratigráficas.
- Realizar una correlación estratigráfica en un ejemplo sencillo.
- Conocer los componentes de la estructura básica de un átomo: protón, neutrón, electrón, y sus propiedades eléctricas.
- Definir elemento, [isótopo](#) e ion.
- Conocer el concepto de periodo de un [isótopo](#) radioactivo.
- Explicar la base del método del Carbono-14.
- Conocer el tipo de material al que puede aplicarse la técnica del Carbono-14.
- Conocer el límite temporal del método del Carbono-14. de los métodos de ESR y TL.
- Explicar la base del método del Potasio-Argón.
- Conocer el tipo de material al que puede aplicarse la técnica del Potasio-Argón.
- Conocer el límite temporal del método del Potasio-Argón.
- Explicar la base del método de las Series de Uranio.
- Conocer el tipo de material al que puede aplicarse la técnica de las Series de Uranio.
- Conocer el límite temporal la técnica de las Series de Uranio.
- Conocer la problemática del empleo de Series de Uranio.
- Explicar la base de los métodos de RES y TL.
- Conocer el tipo de material al que pueden aplicarse los métodos de RES y TL.

- Conocer el límite temporal las técnicas ESR y TL.
- Conocer la problemática en el empleo de los métodos de RES y TL.
- Explicar la causa del campo magnético terrestre.
- Conocer los conceptos de orientación magnética, polaridad normal y polaridad inversa.
- Conocer el tipo de minerales son susceptibles de ser orientados magnéticamente.
- Conocer que tipo de roca puede usarse para los estudios de paleomagnetismo.
- Explicar que es un cuadro Cronomagnetoestratigráfico.
- Conocer cuando se produjo el último cambio de polaridad en el campo magnético terrestre.
- Explicar porqué la Magnetoestratigrafía no es una técnica de datación absoluta.
- Determinar la edad aproximada de un yacimiento a partir de datos paleontológicos y de paleomagnetismo.

1.3 Lecturas recomendadas

Anguita Virella, F. (1988) *Origen e Historia de la Tierra*. Rueda, Madrid.

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1997). *La Especie Elegida*. Temas de Hoy, Madrid.

Cervera, J., Arsuaga, J.,L., Bermúdez de Castro, J.M. y Eudald Carbonell (1998). *Atapuerca. Un millón de años de historia*. Plot Ediciones, Madrid.

Johanson, D., Edey, M. (1982). *El Primer Antepasado del Hombre*. Planeta, Barcelona.

Sthraler, A. N. (1975). *Geología Física*. Omega, Barcelona.

Stringer, C., Gamble, C. (1996). *En Busca de los Neandertales*. Crítica, Barcelona.

2. Resumen del tema

Una de las cuestiones más importantes en **Paleontología** es la de establecer el momento del pasado en que vivieron los organismos que conocemos por los fósiles. Aunque lo ideal sería poder datar los propios fósiles de manera directa, esto no suele ser posible. Más fácil puede resultar el establecer la antigüedad de los estratos, o capas de rocas sedimentarias, que los incluyen. Como los estratos contienen a los fósiles, es evidente que éstos son más antiguos que aquellos, aunque a veces ambos son prácticamente coetáneos. También puede ocurrir que un fósil de un estrato sea arrancado de éste por los agentes geológicos y depositado en un estrato más joven. Conocer la relación entre un fósil y el estrato que lo contiene resulta de capital importancia a la hora de fechar uno en función del otro y viceversa.

La determinación de la edad de un fósil, o de un estrato, es tarea de la Geocronología y puede abordarse desde dos vías distintas pero muy relacionadas entre sí: estableciendo dataciones relativas y absolutas. Establecer la datación relativa de un suceso consiste en situarlo en una serie de acontecimientos cuyo orden temporal conocemos. Es decir, saber si ocurrió antes o después que otros eventos históricos. Resulta fundamental conocer el orden en que se sucedieron los acontecimientos aunque no sepamos con certeza cuándo ocurrieron éstos; a esta ordenación temporal se le conoce como datación relativa.

El principal criterio para establecer la datación relativa de los estratos, y de los fósiles que contienen, es el Principio de superposición de los estratos, que se basa en el hecho evidente que los estratos más antiguos están situados bajo los más recientes.

Pero una vez que los distintos acontecimientos que ocupan al paleontólogo han sido ordenados temporalmente, aún queda pendiente una cuestión capital: ¿cuándo ocurrieron? ¿Estamos hablando de miles, de cientos de miles, o de millones de años? La Geocronometría es la disciplina de la Geocronología encargada de dar respuestas a estas preguntas. Esto no ha sido posible hasta la segunda mitad del siglo XX. Para ello, ha sido preciso encontrar un "reloj natural" que registre el tiempo transcurrido y saber como leer dicho reloj. La clave ha estado en el mayor conocimiento que hemos adquirido en los últimos cien años sobre la naturaleza de la materia. Las propiedades de los átomos nos permiten usar las variaciones entre las proporciones de determinados **isótopos** como medida del tiempo desde que un organismo murió o desde que se formó una determinada roca.

Desgraciadamente, la primera posibilidad, medir el tiempo desde que murió un organismo, está prácticamente restringida a la técnica conocida como Carbono-14, que no puede datar fósiles más antiguos de 45.000 años. Es cierto que existen otras técnicas que nos permiten datar determinadas rocas sin límite práctico en cuanto a su antigüedad (como la técnica del Potasio/Argón o la de las Trazas de Fisión), pero la mayor parte de ellas tienen dos limitaciones.

En primer lugar, y puesto que lo que se datan son rocas, solo nos ofrecen una datación relativa de los fósiles, que serán más antiguos o más modernos que el estrato que contiene la roca datada. En segundo término, solo pueden aplicarse a rocas volcánicas, que no se encuentran distribuidas por toda la superficie del planeta, lo que limita su aplicación a determinadas áreas geográficas.

Estos problemas se intentan subsanar mediante el desarrollo de técnicas nuevas (como el Análisis de las Series de Uranio, la Termoluminiscencia, y la Resonancia del Spin Electrónico) que pueden aplicarse a rocas sedimentarias y, con muchos problemas, a los propios fósiles.

En muchas ocasiones, no es posible datar directamente ni los fósiles ni los estratos de un yacimiento. En estos casos se recurre al establecimiento de correlaciones con otros yacimientos datados por métodos absolutos. Para estas correlaciones se utilizan características litológicas de los estratos o, más frecuentemente, datos paleontológicos, correlacionando los estratos por sus fósiles.

En esta línea, se ha desarrollado otra técnica de datación que aunque, en esencia, es de tipo relativo puede facilitar el establecimiento de edades absolutas; se trata del Paleomagnetismo o, más correctamente, Magnetoestratigrafía. Esta disciplina estudia las variaciones de la orientación del campo magnético terrestre en el pasado. A lo largo del tiempo, el campo magnético terrestre ha alternado periodos en los que la polaridad magnética era la misma que en la actualidad, con otros en los que la polaridad era la contraria. Estos episodios han quedado registrados en rocas volcánicas susceptibles de ser datadas por técnicas radiométricas, lo que ha permitido construir una tabla cronomagnetoestratigráfica, en la que figuran todos los episodios de cambios de polaridad y sus edades absolutas desde el Jurásico hasta la actualidad. En muchos yacimientos es posible establecer la polaridad magnética de sus estratos y correlacionarlos, en base a datos paleontológicos, con alguno de los episodios magnéticos de edad conocida. En la figura 1.2.1 se indican algunos de los métodos de datación absolutos y relativos que más se aplican en los yacimientos paleontológicos así como sus rangos temporales aproximados.

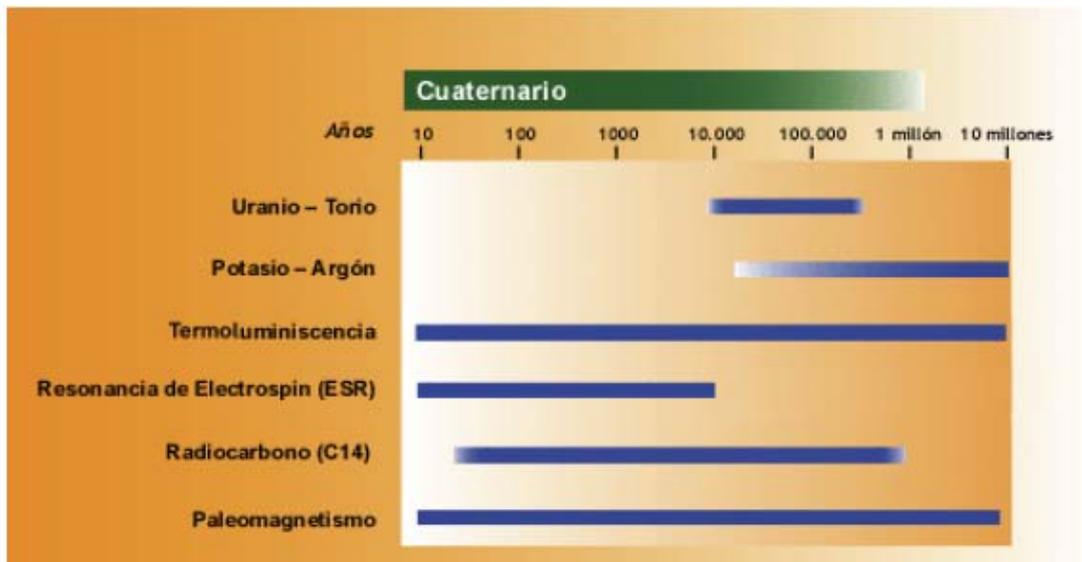


Figura 1.2.1 Rango temporal de diversos métodos de datación directa e indirecta. Dependiendo de la composición química y la antigüedad del estrato se aplican unos u otros. Por ejemplo en el yacimiento de Atapuerca se ha empleado el Uranio -Torio, Luminiscencia, ESR (o RES), Radiocarbono y Paleomagnetismo.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Las dataciones relativas

En **Paleontología**, no es fácil saber si un suceso ocurrió antes o después de otros y, por tanto, situarlo dentro de un marco de referencia. Para abordar este problema se recurre al Principio de superposición de los estratos y a las correlaciones entre columnas estratigráficas. El principio de superposición de los estratos es muy simple: puesto que las capas sedimentarias más antiguas se depositaron antes que las más modernas, en un yacimiento los estratos inferiores son más antiguos que los superiores. Es decir, que la situación en la secuencia estratigráfica nos indica directamente la edad relativa de los fósiles. Para que esta regla se cumpla es preciso asegurarse que el orden de los estratos no se haya visto alterado por procesos geológicos tales como plegamientos o episodios de erosión y relleno, y que los fósiles se encuentren en el estrato original en que se sedimentaron por primera vez.

Evidentemente, esta ordenación temporal solo es útil para cada yacimiento, y cada uno de ellos constituye un marco de referencia independiente de los demás. Para conseguir una escala temporal de referencia más amplia, que permita relacionar unos yacimientos con otros, se intentan correlacionar las columnas estratigráficas (el conjunto de estratos) de distintos yacimientos. Para ello, se comparan los yacimientos a la búsqueda de estratos comunes, en base a sus propiedades litológicas y/o a sus fósiles. La **Litoestratigrafía** es la rama de la **Estratigrafía** que estudia los estratos desde el punto de vista de su litología, mientras que la **Bioestratigrafía** utiliza los fósiles como elemento diagnóstico de los estratos.

Una vez localizados los estratos comunes, por criterios litoestratigráficos y/o bioestratigráficos, de dos o más yacimientos, se puede componer una columna estratigráfica conjunta que permite ordenar en el tiempo los estratos y fósiles contenidos en ellos.

Veamos un ejemplo de este modo de proceder. Imaginemos dos yacimientos (Y1 e Y2) cuyos estratos respectivos son los siguientes:

Yacimiento Y1:

A1
B1
C1
D1
E1
F1

Yacimiento Y2:

A2
B2
C2
D2
E2
F2

Resulta evidente que en el yacimiento Y1 los fósiles más antiguos serán los del estrato más bajo de la columna (F1) y los más modernos los del estrato más alto (A1), siguiendo un orden de antigüedad:

$F1 > E1 > D1 > C1 > B1 > A1$

Análogamente, la ordenación temporal del yacimiento Y2 será:

$F2 > E2 > D2 > C2 > B2 > A2$

De este modo tenemos dos series temporales independientes. Pero, ¿cuál es la relación entre, por ejemplo, los fósiles procedentes de A1 -del yacimiento Y1- y los del estrato D2 -del yacimiento A2? Para saberlo es preciso correlacionar ambos yacimientos. Imaginemos que las características litológicas y los fósiles del estrato F1 son comunes con los del estrato B2, y que también encontramos esta similitud entre estrato E1 y el estrato A2. En este caso, podemos concluir que los estratos F1 y B2, por una parte, y E1 y A2, por la otra, se formaron en épocas similares y podremos correlacionar ambos yacimientos, consiguiendo un marco de referencia temporal más amplio:

Por supuesto, éste es un caso ideal muy simplificado y en la realidad los problemas son más complejos, pero el método es básicamente el mismo. Así, contando con numerosos yacimientos y estableciendo correlaciones entre ellos, se ha podido constatar que las distintas **especies** de seres vivos tienen distribuciones estratigráficas discretas, con un comienzo y un final, y que unas existieron antes que las otras.

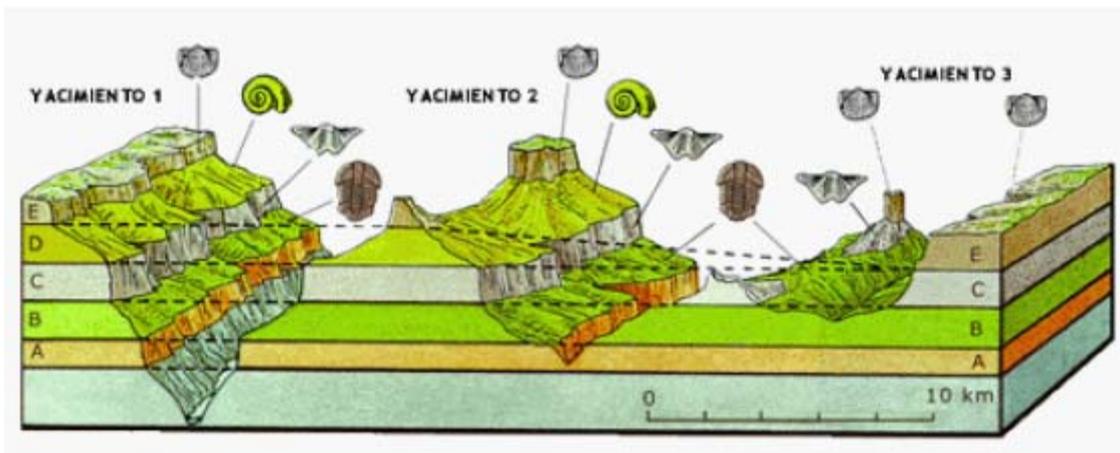


Figura 1.2.2 Esquema idealizando la correlación de varios estratos en tres yacimientos. A pesar de que las secuencias a veces están incompletas y alejadas, se pueden establecer asociaciones atendiendo a las distintas **especies** incluidas en los estratos. Los seres vivos tienen distribuciones temporales discretas, por lo tanto, algunos fósiles pueden considerarse marcadores estratigráficos.

A partir de las distribuciones estratigráficas de las **especies**, y teniendo en cuenta la naturaleza continua e irreversible del proceso evolutivo, se puede establecer un marco cronológico global que ordene temporalmente la aparición y desaparición de las especies biológicas. De esta tarea se ocupa la Biocronología (una rama de la Geocronología). Sin embargo, puesto que el proceso evolutivo no tiene un ritmo continuo dicho marco cronológico es relativo.

De este modo, es posible caracterizar momentos del pasado en los que existieron unas determinadas faunas y floras y en los que se produjeron diferentes acontecimientos geológicos. Los de mayor amplitud se nombran como Eras (Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico), dentro de las cuales se distinguen Periodos, a su vez divididos en Épocas. La evolución de los primates, en general, y de los humanos, en particular, tuvo lugar durante la Era Cenozoica, que incluye los Periodos Terciario y **Cuaternario**, compuestos por las Épocas Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno (todas ellas del Periodo Terciario), **Pleistoceno** y **Holoceno** (ambas del **Cuaternario**).

3.2 Átomos, radiactividad y relojes

Hoy sabemos que la materia está compuesta por partículas que llamamos átomos. A su vez, estos átomos están constituidos por unidades menores conocidas como protones, electrones y neutrones.

Protones y neutrones están situados en la región central del átomo, donde se concentra la mayor parte de la masa, mientras que los electrones se disponen en capas en la periferia del átomo. Todos los átomos que tienen el mismo número de protones tienen características químicas idénticas, en cuanto a su capacidad para formar compuestos, y se agrupan en un mismo elemento. Es decir, que es el número de protones lo que define y caracteriza a los distintos elementos.

El número de neutrones de un átomo no es importante a la hora de incluirlo en uno u otro elemento, y dentro de cada uno de ellos se incluyen átomos con diferente número de neutrones, que se conocen como los **isótopos** de un elemento. Es decir, que todos los isótopos de un elemento tienen el mismo número de protones (característico del elemento en cuestión) pero varían en el número de neutrones. A los isótopos se les nombra con el nombre del elemento, al que se añade el número de neutrones. Por ejemplo, el isótopo del carbono que tiene 14 neutrones en su núcleo se conoce como Carbono-14, o ^{14}C .

Los protones presentan carga positiva y los electrones carga negativa de la misma magnitud, mientras que los neutrones no presentan ninguna carga. En situación de equilibrio, un átomo presenta el mismo número de protones (en el núcleo) que de electrones (en la periferia) por lo que su carga neta es nula. Esta situación puede cambiar por la ganancia o pérdida de electrones. En el primer caso, el átomo se carga negativamente y en el segundo lo hace positivamente. Al proceso de ganancia o pérdida de electrones se le conoce como ionización y es muy frecuente en la naturaleza, hasta el punto de que muchos átomos están ionizados en las condiciones reinantes en el planeta.

En 1896, el químico Henry Becquerel descubrió el fenómeno de la radiactividad natural, que consiste en un proceso a nivel atómico por el que, de manera espontánea, determinados **isótopos** se desintegran; es decir, sufren variaciones en el número de neutrones o de protones de su núcleo, emitiendo radiaciones. Cuando, como resultado de este proceso, se varía el número de neutrones, el isótopo se convierte en otro isótopo distinto del mismo elemento. Si la modificación afecta al número de protones, entonces se produce un cambio de elemento. El aspecto de este proceso que tiene importancia a la hora de medir el tiempo es el hecho de que estas desintegraciones radiactivas no solo se producen de manera espontánea en la naturaleza, sino que además lo hacen a un ritmo regular, pudiéndose establecer su periodo. El periodo de un isótopo radiactivo es el espacio de tiempo necesario para que la cantidad inicial de dicho isótopo se reduzca a la mitad.

Aunque las primeras dataciones radiométricas en rocas metamórficas se obtuvieron a principio del siglo XX, no fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que los avances técnicos permitieron depurar y extender el uso del periodo de desintegración de los isótopos radiactivos para medir el tiempo transcurrido desde un momento del pasado. El método que se desarrolló en primer lugar fue el conocido como Carbono-14.

3.3 El método del Carbono-14

El Carbono-14 (o radiocarbono) es un **isótopo** del carbono que se conoce artificialmente desde 1934, aunque hasta 1946 no se demostró su existencia natural. En este año, el químico W.F. Libby, que recibió el Premio Nobel por su descubrimiento, demostró que este isótopo del carbono se forma de manera continua en las capas altas de la atmósfera terrestre, debido a la acción de los rayos cósmicos sobre el Nitrógeno-14. Una vez formado, el Carbono-14 se oxida con el oxígeno para dar lugar a moléculas de dióxido de carbono, que son indistinguibles químicamente de las formadas por el isótopo "normal" del carbono, el Carbono-12. Estas moléculas de dióxido de carbono pasan a formar parte, a través de la fotosíntesis, de los tejidos vegetales, y de ahí a los animales. De modo, que todos los seres vivos mantienen en sus tejidos una proporción entre Carbono-14 y Carbono-12 que es la misma que la existente en la atmósfera terrestre (en la que el Carbono-14 es escaso).

Cuando el organismo muere, deja de incorporar carbono a sus tejidos y la proporción entre ambos isótopos comienza a cambiar, ya que el Carbono-14 es inestable y se convierte en Carbono-12 con un periodo de 5568 años. Es decir, que transcurridos 5.568 años desde la muerte del ser vivo, la mitad de su Carbono-14 habrá desaparecido para convertirse en Carbono-12, y pasados 11.136 años desde su muerte la cantidad de Carbono-14 inicial se habrá reducido a una cuarta parte. Como la cantidad inicial de Carbono-14 es la misma que la presente en la atmósfera terrestre, basta con medir la cantidad de Carbono-14 presente en un resto orgánico para deducir el tiempo transcurrido desde su muerte. No obstante, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera no ha sido constante a lo largo del tiempo, sino que ha sufrido fluctuaciones, por lo que este método tiene un cierto margen de error.

El límite de esta técnica depende de la capacidad de medir con exactitud el número de átomos de Carbono-14 presente en una muestra. A partir de determinada antigüedad, hay tan pocos átomos de Carbono-14 que su medición se hace muy imprecisa y los resultados no son fiables.

Para comprender esta limitación imaginemos una muestra hipotética que tuviera en origen 1000 átomos de Carbono-14. Pasado el primer periodo, 5.568 años, solo quedarían 500 átomos. Poco importa un error de medida de 5 átomos: tanto si obtenemos 495 átomos, como si hallamos un número de 505 átomos, sabremos que ha transcurrido solo un periodo (5.568 años). Tampoco hay problemas con el segundo período (250 átomos de Carbono-14), ni con el tercero (125 átomos), y así sucesivamente hasta que, en el séptimo periodo se pasa de 16 átomos de Carbono-14 hasta 8 átomos. Ahora, un error de 5 átomos es demasiado elevado, ya que si obtenemos una medición de 13 átomos podríamos pensar que sólo han transcurrido 6 períodos, pero si obtenemos una cifra de 3 átomos concluiríamos que han transcurrido 8 períodos. Es decir que a medida que disminuye la cantidad de Carbono-14 aumenta el margen de error. De este modo se llega a un punto más allá del cual no es posible obtener dataciones fiables. Cuanto mayor sea el período de un **isótopo**, más lejos en el tiempo estará su límite.

Hasta hace pocos años, el límite de la técnica del Carbono-14 rondaba los 35.000 años de antigüedad pero en la actualidad se utiliza un Espectrómetro de Masas con Acelerador de Partículas, que es capaz de medir con precisión números muy bajos de átomos, lo que ha permitido extender el rango de la técnica hasta los 45.000 años.

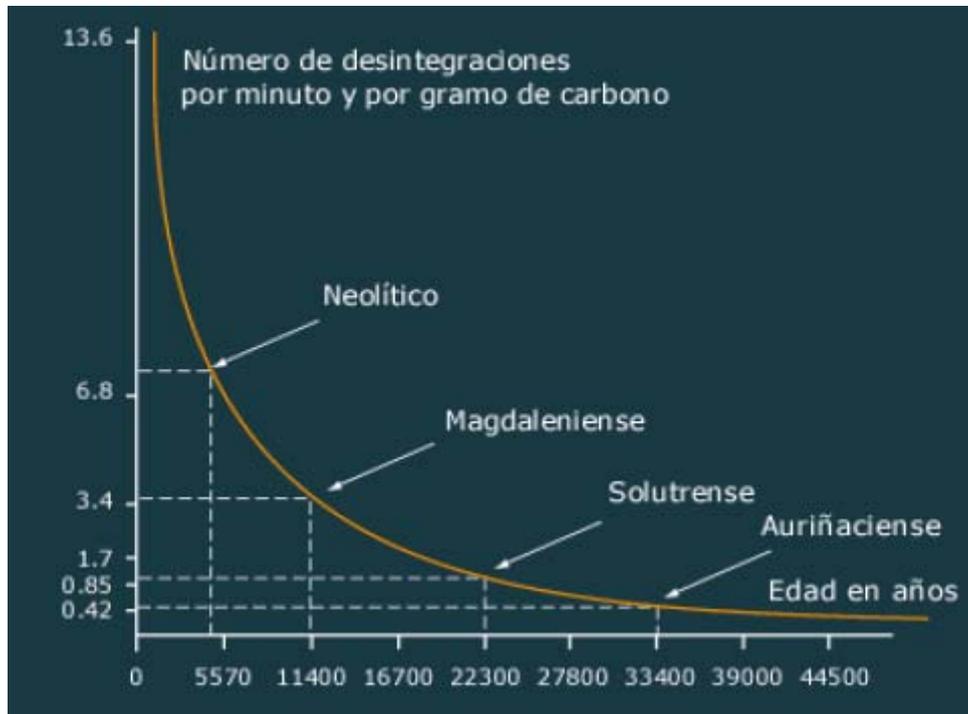


Figura 1.2.3 Curva del período del **isótopo** del Carbono-14. A medida que disminuye la cantidad de Carbono-14 aumenta el margen de error. Cuanto mayor sea el período de un isótopo, más lejos en el tiempo estará su límite. Se llega a un punto más allá del cual no es posible obtener dataciones fiables.

Otra limitación a la técnica, reside en el descubrimiento de que la cantidad de Carbono-14 en la atmósfera terrestre no ha sido constante a lo largo del tiempo. Esto se debe a las fluctuaciones de la actividad solar. Cuando ésta es mayor, hay más viento solar, que reduce la llegada de rayos cósmicos a la Tierra y, por tanto, se produce menos cantidad de Carbono-14. En la actualidad existen técnicas para calibrar con gran precisión la técnica del Carbono-14 hasta cerca de los 11.000 años de antigüedad, y con menos precisión hasta su límite práctico.

Con todo, el método del Carbono-14 tiene un valor inapreciable en Arqueología, ya que los sucesos estudiados por esta ciencia entran dentro de su rango. Sin embargo, la mayor parte de los acontecimientos que ocupan al paleontólogo sucedieron mucho más allá del alcance del método del Carbono-14. Es por ello, por lo que se ha hecho necesario desarrollar nuevos métodos que, basándose en el mismo fenómeno de la radiactividad natural, alcancen antigüedades mucho mayores. Estos métodos están basados en **isótopos** de elementos tales como el potasio y el uranio.

3.4 Dataciones por Potasio-Argón

Esta técnica fue desarrollada en las décadas 60 y 70 de nuestro siglo y su fundamento es muy sencillo. Se basa en las propiedades de un **isótopo** radiactivo del potasio, el Potasio-40, cuyo periodo de desintegración es de 1.250 millones de años, por lo que su alcance es, en la práctica, ilimitado.

Como resultado de su desintegración, el Potasio-40 se convierte tanto en Calcio-40 como en Argón-40. Este último es un gas inerte muy escaso en la Tierra. En el momento de su formación, las rocas volcánicas no contienen ninguna cantidad de Argón-40, ya que éste se escapa cuando la roca está fundida en forma de lava. Al solidificarse esta lava, se empieza a acumular Argón-40, que no puede escapar de la roca sólida, a partir de la desintegración del Potasio-40 presente en la roca.

De este modo, si tomamos un cristal de un mineral rico en potasio (un feldespato, por ejemplo) y lo fundimos con el concurso de un rayo láser, el Argón-40 quedará liberado y podrá ser cuantificado mediante un Espectrómetro de Masas. La cantidad de Argón-40 nos da la medida de la cantidad de Potasio-40 que se ha desintegrado desde el momento de la formación de la roca y, por tanto, de su edad. Una dificultad de esta técnica está en el hecho de que hay Argón-40 en la atmósfera y no puede evitarse que una parte de él se mezcle con la muestra. No obstante, existen técnicas para determinar cuánto Argón-40 de una muestra es de origen radiogénico y cuánto es atmosférico. Esta determinación es uno de los puntos cruciales de la técnica y si se hace incorrectamente, el resultado puede verse muy alterado.

Una vez determinada la edad de una roca por esta técnica, y según el principio de superposición de los estratos, los fósiles situados por debajo de la roca datada serán más antiguos que ésta y los que estén por encima serán más modernos. En la actualidad, se utiliza una variante más precisa de este método basado en los **isótopos** Argón-40 y Argón-30.

El mayor inconveniente de esta técnica es la necesidad de contar con rocas volcánicas susceptibles de ser datadas. Estas rocas son frecuentes en determinadas zonas del planeta (como la región del este de África que se conoce como *Rift Valley*, o la isla de Java), pero están ausentes en muchas otras (como la mayor parte de la Península Ibérica).

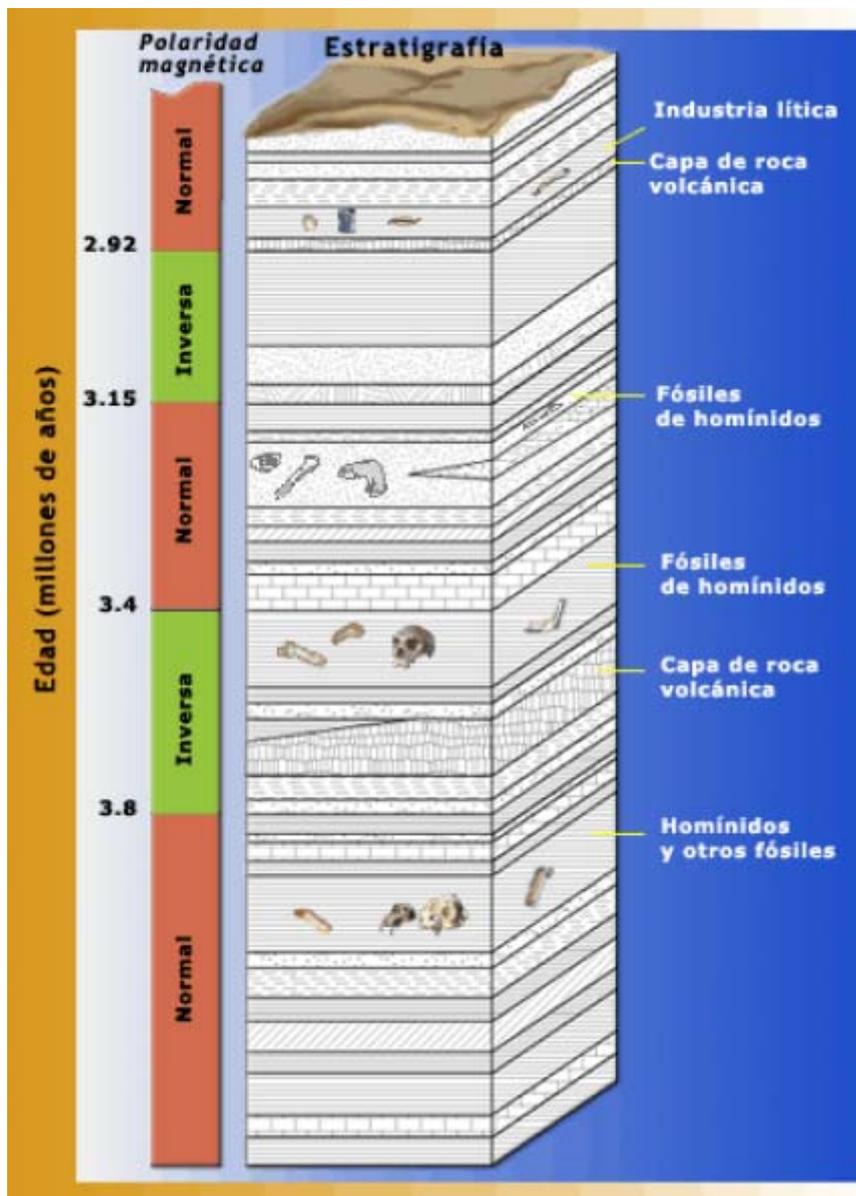


Figura 1.2.4 Columna estratigráfica del yacimiento con fósiles humanos de Haddar (en la región del este de África que se conoce como Rift Valley) donde las rocas volcánicas son frecuentes y por tanto se pueden aplicar las técnicas de datación del K-Ar (y Ar-Ar). En este esquema también observamos la aplicación combinada del principio de superposición de los estratos y del paleomagnetismo que veremos más adelante.

3.5 Datación por trazas de fisión

Como el anterior, este método solo puede aplicarse a rocas volcánicas y permite conocer la cantidad de tiempo transcurrido desde su formación. Cuando una roca volcánica se solidifica, muchos de los minerales que la componen cristalizan, atrapando, en la red de átomos de los cristales, átomos del **isótopo** radiactivo Uranio-238. Estos átomos se fisionan espontáneamente, según una tasa de tiempo conocida, en dos átomos "hijos" que salen despedidos violentamente en sentidos opuestos, dejando unas cicatrices características, o trazas de fisión que pueden ser contadas y, a partir de su densidad y la cantidad presente de Uranio-238, deducir la antigüedad de dicho cristal.

Esta técnica presenta la dificultad de que las trazas de fisión son pequeñas y no son visibles si no se amplía y pule el área a analizar, lo que requiere un tratamiento en el laboratorio. El mineral más usado en esta técnica es el Zircón, que presenta varias ventajas: es muy duro, por lo que su superficie no se raya y es fácil distinguir las trazas de fisión, además es abundante en muchas rocas volcánicas, y suele ser rico en Uranio.

3.6 Datación por series de Uranio y Torio

Allí donde no hay rocas volcánicas, se utilizan los desequilibrios entre series isotópicas del uranio para averiguar la edad de las rocas. Existen en la naturaleza tres familias radiactivas, compuestas por elementos que se forman unos a partir de otros por desintegración radiactiva y que derivan de un elemento original (o "padre"). Estas familias, que se nombran a partir del elemento padre correspondiente, son la del Uranio-238, la del Uranio-235 y la del Torio-232, e incluyen a **isótopos** de elementos tales como el protactinio, el actinio, el radio, el radón, el polonio, el bismuto y el talio. Puesto que los períodos de los isótopos implicados son conocidos, las proporciones relativas entre ellos son una medida directa del tiempo transcurrido desde la formación de la roca que los contiene. El límite de la técnica está en el momento en que los elementos de cada serie alcanzan una proporción tal que no es posible medir con precisión el número de átomos que están pasando de uno a otro. A esta situación se le conoce como estado de equilibrio. Una vez que se alcanza el equilibrio, el "reloj" isotópico se detiene. El equilibrio en las distintas series isotópicas se alcanza hacia los 350.000 años por lo que no puede usarse esta técnica para datar rocas más antiguas de esa cifra, ni más modernas de 10.000 años.

Como ya se ha dicho, en las rocas más antiguas del límite de la técnica, todos los elementos que componen cada familia están en equilibrio y no pueden ser datadas porque el reloj isotópico está parado. Sin embargo, en determinadas condiciones, este reloj puede volver a ser puesto a cero para un nuevo periodo de 350.000 años, hasta que se alcance un nuevo equilibrio. Una de estas situaciones se produce cuando la roca que contiene los isótopos es disuelta por el agua. Entonces el agua arrastra al uranio, que es soluble, pero no a otros componentes de la familia, como el torio o el protactinio, que son insolubles. Cuando el uranio precipita, comienza un nuevo ciclo de producción de **isótopos** hijos, hasta alcanzar un nuevo equilibrio, 350.000 años después.

Este proceso es frecuente en las cuevas donde el agua disuelve la roca madre caliza (cuyos isótopos están en equilibrio) arrastrando al uranio. Cuando el carbonato cálcico disuelto en el agua precipita, dando lugar a estalagmitas y estalactitas, también lo hace el uranio, que comienza a desintegrarse en los elementos de la serie. De este modo, el reloj isotópico se pone de nuevo en marcha, marcando el momento de formación de estalactitas y estalagmitas. Con frecuencia, los yacimientos con fósiles se depositan encima de una estalagmita y/o son cubiertos por otra. Si la estalagmita cuya edad se conoce está debajo de los fósiles, estos serán más modernos, y más antiguos si se encuentran por debajo de la estalagmita datada.



Figura 1.2.5

Cuando el carbonato cálcico disuelto en el agua precipita, dando lugar a estalagmitas y estalactitas, también lo hace el uranio, que comienza a desintegrarse en los elementos de la serie. Las cuevas son lugares apropiados para la aplicación de éstos métodos de datación. Con frecuencia, los yacimientos con fósiles se depositan encima de una estalagmita y/o son cubiertos por otra.

Mediante esta técnica también pueden datarse directamente los fósiles, a condición de que hayan absorbido uranio mientras estuvieron enterrados en el sedimento. En este caso, la edad obtenida no es la del fósil, sino una edad mínima ya que el fósil pudo haber absorbido el uranio mucho tiempo después de su enterramiento. También es posible que el fósil haya perdido uranio, que es soluble en el agua, lo que hace que el fósil analizado parezca más antiguo de lo que realmente es. Estas circunstancias limitan el uso de la técnica sobre fósiles, que debe siempre contrastarse con otros métodos, absolutos o relativos. Otra limitación a esta técnica, aparte de su alcance, está en la cantidad de uranio de las rocas a datar o del sedimento en el que están enterrados los fósiles. Cuando estos son demasiados pobres en este elemento, la técnica no puede emplearse.

5. Autoevaluación

1) Definir los conceptos de datación absoluta y de datación relativa.

2) Como regla general, puede afirmarse que respecto del estrato que lo contiene un fósil es:

- 1.- Contemporáneo.
- 2.- Más moderno.
- 3.- Más antiguo.
- 4.- Más antiguo si está en la parte inferior del estrato y más moderno si está en la parte superior.

3) Explicar el Principio de Superposición de los Estratos.

4) Explicar el concepto de Columna Estratigráfica.

5) Las correlaciones estratigráficas se realizan entre:

- 1.- Estratos paleontológica y litológicamente equivalentes.
- 2.- Fósiles de distintos yacimientos.
- 3.- Estratos con la misma posición dentro de las respectivas Columnas Estratigráficas.
- 4.- Rocas de la misma composición.

6) Dos isótopos del mismo elemento químico se diferencian entre sí en:

- 1.- El número de neutrones.
- 2.- El número de electrones.
- 3.- El periodo de desintegración.
- 4.- El número de protones.

7) Dos iones del mismo elemento químico se diferencian entre sí en:

- 1.- El número de neutrones.
- 2.- El número de electrones.
- 3.- El periodo de desintegración.
- 4.- El número de protones.

8) El Periodo de Desintegración es:

- 1.- La cantidad de tiempo necesaria para que un isótopo radiactivo se desintegre.
- 2.- La cantidad de tiempo necesaria para que la mitad de un isótopo radiactivo se desintegre.
- 3.- Una constante química que relaciona la masa y la cantidad de radioactividad de un isótopo.
- 4.- La cantidad de tiempo transcurrido desde la formación de una roca.

9) El método del Carbono-14 puede aplicarse a:

- 1.- Rocas carbonáticas.
- 2.- Restos de materia orgánica.
- 3.- Rocas volcánicas.
- 4.- Instrumentos líticos.

10) El alcance máximo del Carbono-14 es de:

- 1.- 15.000 años.
- 2.- 45.000 años.
- 3.- Ilimitado.
- 4.- 1 millón de años.

11) El principal problema del Carbono-14 es:

- 1.- La Contaminación con Carbono-12.
- 2.- Las fluctuaciones en la producción de Carbono-14 en la atmósfera terrestre.
- 3.- Su alcance es muy limitado.
- 4.- Solo puede aplicarse a rocas volcánicas.

12) El método del Potasio-Argón tiene un alcance de:

- 1.- 100 millones de años.
- 2.- En la práctica, ilimitado.
- 3.- 350.000 años.
- 4.- 50.000 años.

13) El Potasio-Argón puede aplicarse a:

- 1.- Rocas volcánicas.
- 2.- Materia orgánica.
- 3.- Conchas de moluscos.
- 4.- Estalactitas y estalagmitas.

14) La Técnica de las Series de Uranio tiene un alcance máximo de:

- 1.- 350.000 años.
- 2.- 45.000 años.
- 3.- 5 millones de años.
- 4.- Ilimitado.

15) La Técnica de las Series de Uranio puede aplicarse a:

- 1.- Estalactitas y estalagmitas.
- 2.- Huesos y conchas.
- 3.- Rocas volcánicas.
- 4.- Sílex quemados.

16) Explicar el origen del campo magnético terrestre.

17) Explicar los conceptos de Polaridad Magnética Normal y de Polaridad Magnética Inversa.

6. Soluciones

1) Definir los conceptos de datación absoluta y de datación relativa.

Datación absoluta: la que determina la antigüedad exacta de una roca o de un fósil.

Datación relativa: la que determina el orden de antigüedad de rocas y fósiles.

2) Como regla general, puede afirmarse que respecto del estrato que lo contiene un fósil es:

1.- Contemporáneo.

3) Explicar el Principio de Superposición de los Estratos.

El orden de posición marca la antigüedad relativa de los estratos: cuanto más bajo más antiguo.

4) Explicar el concepto de Columna Estratigráfica.

Conjunto de estratos ordenados por su posición en el campo, de inferior a superior.

5) Las correlaciones estratigráficas se realizan entre:

1.- Estratos paleontológica y litológicamente equivalentes.

6) Dos isótopos del mismo elemento químico se diferencian entre sí en:

1.- El número de neutrones.

7) Dos iones del mismo elemento químico se diferencian entre sí en:

2.- El número de electrones.

8) El Periodo de Desintegración es:

2.- La cantidad de tiempo necesaria para que la mitad de un isótopo radiactivo se desintegre.

9) El método del Carbono-14 puede aplicarse a:

2.- Restos de materia orgánica.

10) El alcance máximo del Carbono-14 es de:

2.- 45.000 años.

11) El principal problema del Carbono-14 es:

2.- Las fluctuaciones en la producción de Carbono-14 en la atmósfera terrestre.

12) El método del Potasio-Argón tiene un alcance de:

2.- En la práctica, ilimitado.

13) El Potasio-Argón puede aplicarse a:

1.- Rocas volcánicas.

14) La Técnica de las Series de Uranio tiene un alcance máximo de:

1.- 350.000 años.

15) La Técnica de las Series de Uranio puede aplicarse a:

1.- Estalactitas y estalagmitas.

2.- Huesos y conchas.

16) Explicar el origen del campo magnético terrestre.

Debido a que el núcleo interno, que es metálico y líquido, se mueve respecto del núcleo externo, que es rígido, actuando como una dinamo.

17) Explicar los conceptos de Polaridad Magnética Normal y de Polaridad Magnética Inversa.

Polaridad Magnética Normal: el polo norte magnético coincide aproximadamente con el polo norte geográfico. Es la situación actual.

Polaridad Magnética Inversa: el polo norte magnético coincide aproximadamente con el polo sur geográfico.

Unidad 3, El oficio de paleoantropólogo



El oficio de paleoantropólogo

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Dientes y desarrollo**
- 3.2 El crecimiento de los huesos**
- 3.3 Huesos largos y huesos robustos**
- 3.4 Determinación del sexo**
- 3.5 La ciencia de la clasificación**
- 3.6 Las relaciones filogenéticas**

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

1.2 Objetivos didácticos

1.3 Lecturas recomendadas

1.1 Conocimientos previos

No es necesario ningún conocimiento previo, ya que el tema está planteado de manera que se explican todos los conceptos necesarios para su comprensión. No obstante, el conocimiento de las técnicas estadísticas de la Correlación y de la Regresión Lineal puede facilitar la comprensión de la metodología usada para la estimación del peso corporal y la estatura.

1.2 Objetivos didácticos

Además de los objetivos didácticos que son específicos del tema, se han incluido otros, de índole más general, destinados a relacionar el tema desarrollado con otras disciplinas como las Matemáticas (Correlación y Regresión Lineal) y la Biología (Taxonomía y Teoría Evolutiva). Los objetivos específicos son los que siguen:

- Relacionar el momento de aparición de los molares permanentes con las fases de la vida de los primates.
- Señalar en que momento de la vida de las personas aparecen: los incisivos decíduos, los caninos decíduos y los molares decíduos.
- Explicar como puede distinguirse un hueso que aún no ha terminado su crecimiento de otro que sí lo ha hecho.
- Conocer cuales son los huesos del cuerpo humano que acaban antes su crecimiento y cuales son los últimos en hacerlo.
- Explicar un método para estimar la edad de muerte de un ejemplar adulto.
- Conocer el concepto de Correlación y comprender los conceptos de correlación positiva y correlación negativa.
- Comprender el uso de la función que relaciona dos variables para predecir el valor de una a partir de la otra.
- Conocer una variable empleada en la estimación de la estatura.
- Conocer una variable usada en la estimación del peso corporal.
- Explicar cuál es el principal factor de **dimorfismo** sexual en el esqueleto humano.
- Conocer tres rasgos esqueléticos o dentales empleados en la determinación del sexo de un fósil.
- Reconocer los huesos de la pelvis como los que presentan mayor dimorfismo sexual en el esqueleto humano.
- Relacionar el mayor grado de dimorfismo sexual de la pelvis con su distinta función en cada sexo.
- Conocer que el grado de dimorfismo sexual ha permanecido constante durante la mayor parte de la evolución del **género Homo**.
- Explicar el criterio biológico de definición de **especie**.
- Conocer la naturaleza **binomial** del nombre específico.
- Conocer las categorías taxonómicas básicas.

- Reconocer la diferencia entre semejanza y grado de parentesco evolutivo.
- Comprender los conceptos de rasgo primitivo y de rasgo derivado.
- Entender el uso de los rasgos derivados para el establecimiento del grado de parentesco evolutivo.

1.3 Lecturas recomendadas

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1997). *La Especie Elegida*. Temas de Hoy, Madrid.

Cervera, J., Arsuaga, J.,L., Bermúdez de Castro, J.M. y Eudald Carbonell (1998). *Atapuerca. Un millón de años de historia*. Plot Ediciones, Madrid.

Johanson, D., Edey, M. (1982). *El Primer Antepasado del Hombre*. Planeta, Barcelona.

Valls, A. (1985). *Introducción a la Antropología*. Labor, Barcelona.

2. Resumen del tema

Los fósiles humanos son tan escasos que a muchos de ellos se les conoce por su nombre. Todos los fósiles tienen un nombre científico: su código de registro en los museos. Así, por ejemplo, el cráneo mejor conservado de *Homo ergaster* (una especie de nuestro género que vivió en África hace alrededor de 1'5 millones de años) se le conoce como KNM (iniciales de Kenia National museum) ER (iniciales de East Rudolf, ya que se encontró en un yacimiento de la ribera oriental del lago Turkana, que se llamaba entonces lago Rodolfo) 3733 (número de registro del museo). Como en el caso de KNM ER-3733, otros muchos fósiles son conocidos por su nombre científico: KNM ER-1470, OH-24, KNM WT-17000...

Pero algunos fósiles humanos tienen el privilegio de tener nombre propio. Buen ejemplo de ello son los fósiles conocidos como *Dear Boy* (Querido Muchacho, un adolescente de la especie *Paranthropus boisei*), *Madame Pless* (Señora Pless, una hembra adulta de *Australopithecus africanus*), o *Turkana Boy* (Niño del Turkana, un niño de *Homo ergaster*), aunque quizá el más conocido y emblemático de todos los fósiles con "nombre propio" sea *Lucy*, una hembra adulta de *Australopithecus afarensis*. Pero el hecho que los fósiles de homínidos tengan nombre propio no es solo una anécdota divertida; implica que los paleo antropólogos están seguros del sexo y de la edad que tenía el individuo representado por el fósil.

La determinación de la edad de muerte, del sexo y de las características físicas principales, como la estatura y el peso, de los ejemplares representados por los fósiles, son, junto al establecimiento de las relaciones evolutivas algunas de las principales tareas del oficio de paleoantropólogo.

Para determinar la edad de muerte de los individuos los especialistas se basan en las variaciones que sufren la dentición y el esqueleto a lo largo del desarrollo en los organismos vivos más relacionados con los fósiles. En nuestro caso, en los mamíferos, los primates y las personas. Es un hecho evidente que no nacemos con dientes y que estos van apareciendo a lo largo de la infancia. También es una experiencia común que los primeros dientes, los de leche, caen durante la niñez para dejar paso a la dentición adulta. Pues bien la aparición de cada pieza dental, de leche o permanente, sucede en un momento determinado de la vida, por lo que la erupción y pérdida de cada diente es un jalón que nos permite conocer la edad de muerte de los fósiles.

Sin embargo, desde el momento en que la dentición permanente ya hecho aparición, al final del desarrollo, deja de servir como guía en el establecimiento de la edad de muerte. Para aproximarse al conocimiento de la edad de muerte de un adulto, los científicos utilizan criterios tales como el grado de desgaste dental, que está relacionado con la edad.

Cuando no se dispone de dientes, hay otra manera de estudiar la edad de muerte de un fósil, se trata de analizar el estado de desarrollo de los huesos. Los huesos de nuestro esqueleto están constituidos por diversas partes que no se sueldan hasta que cada hueso alcanza su tamaño definitivo. Esto ocurre a diferentes edades en cada hueso. Si un hueso cuyas partes no se han soldado queda expuesto, por la muerte del individuo, estas partes se separan. Es fácil reconocer esta situación en los fósiles y deducir en consecuencia la edad de muerte del ejemplar.

Para estimar la estatura y el peso de los individuos representados por los fósiles, también se recurre a la comparación con las poblaciones modernas. En primer lugar, es preciso determinar que medidas de los huesos están más correlacionadas con la estatura y el peso corporal.

Un buen ejemplo lo encontramos en el fémur: su longitud total está muy correlacionada con la estatura del individuo. Es decir, que a fémures largos le corresponden individuos altos. Por otra parte, las dimensiones de las articulaciones están muy correlacionadas con el peso corporal: los individuos más pesados tienen articulaciones más grandes.

Una vez establecidas las variables óseas correlacionadas con la estatura y el peso, y a partir de datos de poblaciones humanas modernas, se emplea la técnica de la Regresión Lineal para calcular la función matemática que relaciona dichas variables con la estatura y el peso respectivamente. Esta función permite predecir la estatura de una persona a partir de la longitud de su fémur, o su peso en función de las dimensiones articulares.

La base del método empleado por los científicos para establecer las relaciones evolutivas entre las **especies** se encuentra en la propia Teoría de Descendencia con Modificación de Darwin y Wallace. En esencia, se trata de medir el grado de parentesco evolutivo de las especies en función del número de rasgos evolucionados que tengan en común: cuanto mayor sea este número más próximas evolutivamente estarán dos especies.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Dientes y desarrollo

Entre las características que nos son propias a los mamíferos, se encuentra la de tener dos denticiones a lo largo de nuestra vida. A la primera de ellas se la conoce como dentición decidua, o "de leche", y a la segunda como dentición permanente. En la figura 1.3.1 se encuentran identificadas todas las piezas de nuestras dos denticiones, la de leche y la permanente. La sustitución de una por otra se produce en un periodo concreto de la vida en cada [especie](#).

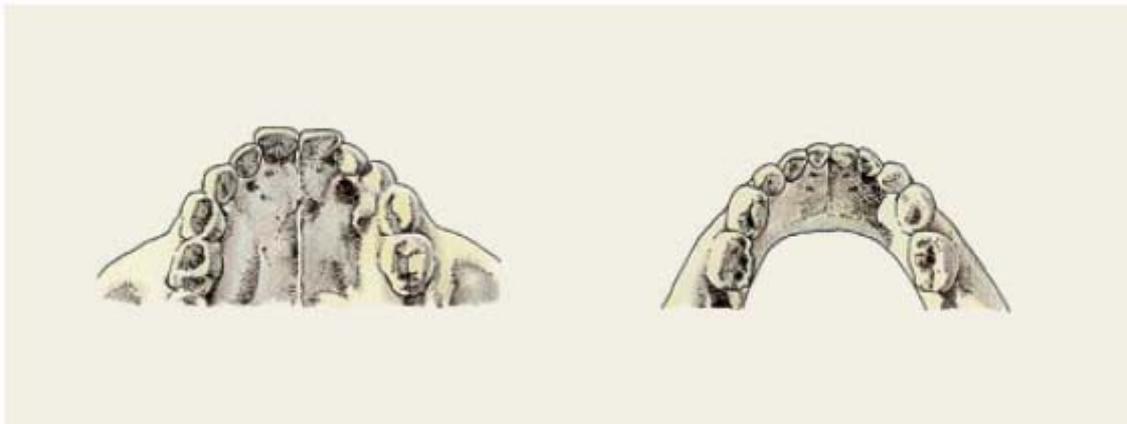


Figura 1.3.1a Los humanos tenemos en nuestra dentición decidua superior (izquierda) 4 incisivos, 2 caninos y 4 molares al igual que en la mandíbula (derecha).

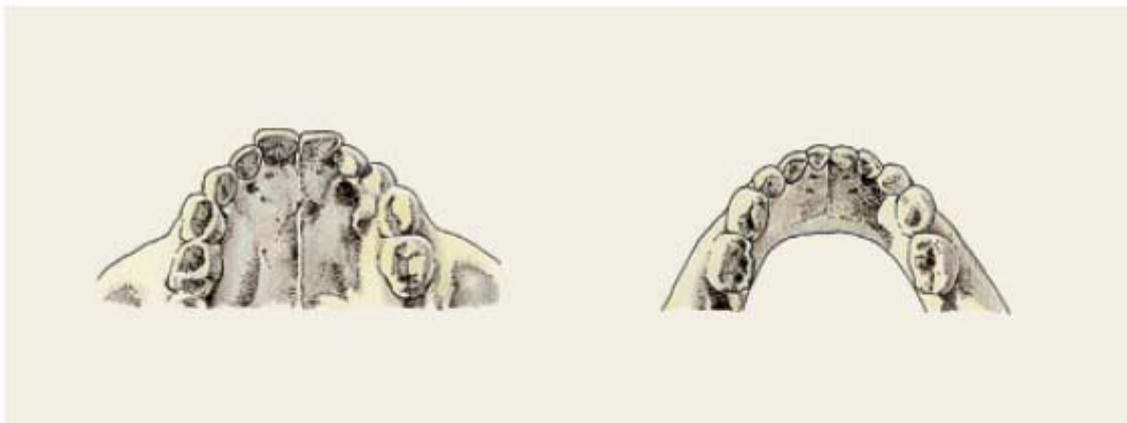


Figura 1.3.1b En la dentición permanente superior (izquierda) e inferior (derecha) tenemos: 4 incisivos, 2 caninos, 4 premolares y 6 molares. La aparición de cada pieza dental (de leche o permanente) sucede en un momento concreto de la vida, por lo que la erupción y pérdida de cada diente es un criterio para conocer la edad a que murieron esos individuos.

En el caso de los primates, la aparición de los molares permanentes coincide con los grandes momentos de transición a lo largo del crecimiento.

En el desarrollo de nuestro grupo zoológico se pueden distinguir cuatro grandes estados: la primera infancia, que coincide con la lactancia y es un periodo de fuerte dependencia de la cría respecto de la madre; la segunda infancia, que transcurre entre el final de la lactancia y el comienzo de la pubertad; la adolescencia, en la que aparecen elevados niveles de hormonas sexuales, con la consiguiente maduración de los genitales y la aparición de los caracteres sexuales secundarios; y la madurez o periodo reproductor.

Pues bien, el primer molar permanente hace erupción al final de la lactancia (en los humanos esto ocurre hacia los seis años, varios años después del final de lactancia, que puede prolongarse hasta los tres años), ver figura 1.3.2.



Figura 1.3.2 Fragmento de maxilar del individuo 2 de la Gran Dolina (*Homo antecessor*). Aún no ha hecho erupción el primer molar permanente. Se aprecian el canino y el primer molar de leche y por esta razón podemos saber que este niño murió cuando tenía unos 3 ó 4 años.

La aparición del segundo molar coincide con el inicio de la pubertad (emerge alrededor de los doce años entre las personas) y el tercer molar surge poco antes del final del crecimiento, marcando el comienzo de la edad adulta (en las personas esta es la llamada "muela del juicio", que puede aparecer muy tarde o no hacerlo nunca), ver figura 1.3.3.



Figura 1.3.3 Mandíbula de *Homo heidelbergensis* procedente de la Sima de los Huesos. El tercer molar (la "muela del juicio") está todavía emergiendo así que este joven no debía ser mucho mayor de 18-20 años de edad cuando murió.

De este modo, si un fósil de homínido no tiene ningún molar permanente (evidentemente, no porque lo haya perdido durante el proceso de fosilización) sabremos que el individuo era un niño pequeño. Si tiene el primer molar permanente, pero el segundo aún no había salido, asignaremos el fósil a un niño entre el final de la lactancia y el inicio de la pubertad. Y mediante un razonamiento análogo, la presencia del segundo molar nos permitirá asignar a un fósil con un adolescente, mientras que el tercer molar nos indicará que se trataba de un individuo adulto.

La secuencia de aparición de los molares nos permite situar a los fósiles en los grandes periodos de la vida de un primate. Y aún es posible afinar todavía más. En nuestra especie, los incisivos decíduos emergen un poco antes de nuestro primer cumpleaños, los caninos y la primera muela de leche aparecen entre el año y el año y medio, y el segundo molar permanente suele salir entre el año y medio y los dos años y medio.

De modo que las piezas de leche que tenga emergidas un fósil nos permiten afinar en el cálculo de su estado de desarrollo en el periodo anterior a la emergencia del primer molar. Para el lapso entre éste y la aparición del segundo molar permanente, se puede usar la secuencia de aparición del canino, primer premolar y segundo premolar permanentes (que suelen emerger en ese orden).

Un ejemplo nos puede ayudar a entender este galimatías. Imaginemos una serie de restos fósiles que conserven toda o parte de su dentición. El primero de ellos (A1) presenta todos los dientes, entre los que no hay ninguna pieza permanente pero sí los incisivos y caninos de leche. Del segundo (A2) solo se conserva la región posterior de la mandíbula, en donde encontramos los molares de leche y ninguno permanente. Un tercer ejemplar (A3), del que se conserva toda la dentición, cuenta con los incisivos, caninos, y primer molar permanentes. Del último fósil de la serie (A4) solo se conserva la parte posterior de una mandíbula, que incluye los primeros molares y todos los premolares permanentes.) Qué podemos saber de la edad de muerte de los ejemplares representados por los fósiles?

En primer lugar, podemos agrupar los ejemplares A1 y A2, por un lado, y A3 con A4, por otro. El criterio para esta separación está en la presencia del primer molar permanente. En A1 y A2 esta pieza aún no había hecho erupción, por lo que se trataba de niños pequeños. Por su parte, A3 y A4 ya presentan el primer molar permanente, por lo que se trata de niños de edad más avanzada. Dentro del grupo de niños pequeños, sabemos que A2 (al que ya le habían salido los molares de leche) era mayor que A1 (que aún no presentaba los molares de leche). Y también podemos concluir que A4 (con sus premolares permanentes) superaba en edad a A3 (al que aún no le habían emergido los premolares definitivos).

En resumen, diríamos que los fósiles representaban a cuatro niños de edades diferentes. El más pequeño sería el representado por A1 (al que situaríamos en un estado de desarrollo equivalente al del primer año de vida de un humano moderno), a continuación vendría el individuo A2 (que tendría un desarrollo similar al de una persona de dos años), luego el A3 (de una edad equivalente a los 8-9 años) y, finalmente A4 (con un estado de desarrollo comparable al de un niño de unos 10-11 años).

Hay otra técnica que permite conocer, en algunos casos, la edad de muerte absoluta de un individuo inmaduro, a partir del estudio de los dientes. Se trata de contar las líneas de crecimiento del **esmalte** de los dientes. El esmalte se deposita por capas, en ciclos semanales, cuando se forman las coronas de los dientes. Los límites entre las capas se marcan en la superficie de los dientes como unas líneas llamadas perykimatas, que se pueden ver bien con un microscopio. Contando el número de perykimatas de un diente cuya corona no haya completado su desarrollo, o lo haya hecho poco antes de la muerte del sujeto, se puede saber cuántas semanas han transcurrido desde que empezó a formarse el diente. Como se conoce cuándo tuvo lugar este comienzo para cada diente, se puede determinar a qué edad exacta murió el individuo.

Para estimar la edad en individuos adultos, que ya presentan todas las piezas permanentes, se recurre al desgaste de los dientes. Este método está basado en la premisa de que el desgaste dental avanza con la edad, por lo que dientes más gastados corresponden a individuos mayores. En la figura 4 se analiza el estado de desgaste de uno de los fósiles humanos de la Sima de los Huesos. Este método presenta dos problemas. En primer lugar, establecer la relación entre grado de desgaste y edad; no basta con saber que un individuo es mayor que otro, deseáramos saber cuanto mayor. Por otra parte, el desgaste depende del tipo de alimentación, de modo que en poblaciones con dietas más abrasivas el desgaste avanza más rápidamente, y puede ocurrir que personas jóvenes de dichas poblaciones tengan mayor desgaste que otras mayores pero cuya dieta produzca menor desgaste.



Figura 1.3.4 El desgaste dental avanza con la edad, por lo que dientes más gastados corresponden a individuos de mayor edad. Esta dentadura corresponde a uno de los individuos más viejos de la población de la Sima de los Huesos. En la ampliación se señala un desgaste producido por el uso de objetos a modo de palillos de dientes.

Para paliar estos inconvenientes, se recurre a establecer tasas de desgaste dental en la misma población a la que pertenece el individuo problema. Imaginemos una muestra compuesta por esqueletos de diversas edades. De ella, tomamos los individuos en los que podemos estimar la edad con cierta precisión a partir de las piezas dentales (evidentemente, excluyendo a los adultos). A continuación medimos el desgaste dental a las distintas edades y hallamos la tasa de desgaste de la población (expresada en grados de desgaste/año). A continuación medimos el desgaste de los individuos adultos y calculamos su edad a partir de dicha tasa.

Este método también es problemático porque asume que el desgaste es lineal en todas las edades (es decir, que los dientes se desgastan a igual velocidad a todas las edades), y porque para aplicarla se hace necesario contar con individuos de diferentes edades, situación ésta que no ocurre casi nunca en el caso de los fósiles humanos (la colección de la Sima de los Huesos de la Sierra de Atapuerca es una de las contadísimas excepciones en las que el método puede ser aplicado).

Pero los dientes no son los únicos elementos del cuerpo susceptible de fosilizar y que resultan útiles para determinar la edad de muerte de un individuo. También podemos contar con los propios huesos.

3.2 El crecimiento de los huesos

A diferencia de lo que ocurre en otros vertebrados, los huesos de los mamíferos no son de crecimiento continuo; esto es, solo crecen durante una fase del desarrollo del individuo. Dejando aparte las vértebras, podemos distinguir tres tipos de huesos en el esqueleto de un mamífero: huesos largos (que son los de las extremidades, como el fémur o el húmero), huesos cortos (los de pies y manos) y huesos planos (como los de la cadera, el cráneo, o el omóplato). En realidad, los huesos cortos tienen la misma estructura que los largos, aunque su longitud es menor. En ambos se pueden distinguir dos partes: la región central o "caña" del hueso, que se conoce como **diáfisis**, y la región articular o **epífisis**. En los huesos planos, es más difícil hacer esta distinción, pero si es posible delimitar las epífisis, que suelen coincidir con las zonas articulares.

Pues bien los huesos de los mamíferos presentan una zona de crecimiento, de tejido cartilaginoso, situada justo en la zona de unión de las epífisis al resto del hueso. Cuando este tejido cartilaginoso se osifica, la **epífisis** se suelda a la **diáfisis** y termina el crecimiento. Cuando un hueso cuyas epífisis no están soldadas al resto del hueso queda expuesto, el tejido cartilaginoso se descompone rápidamente y se separan las epífisis, quedando una cicatriz característica que permite reconocer que el hueso no estaba completamente soldado, ver figura 5. Esta situación no se da en todos los huesos al mismo tiempo, ya que unos huesos terminan su crecimiento antes que otros.



Figura 1.3.5 Tibias de dos **homínidos** de la Sima de los Huesos. La tibia de la izquierda presenta una cicatriz (entre AT-649 y AT-837) que permite reconocer que el hueso aún no estaba totalmente soldado. La otra por el contrario no presenta dicha cicatriz luego habían completado su crecimiento, quedado soldadas la **epífisis** y la **diáfisis**.

Las primeras epífisis que se sueldan son las de los huesos de los dedos (falanges) de los pies, y lo hacen entre los 14 y 15 años de edad. El último hueso en completar su crecimiento es la clavícula, cuyas epífisis esternales (las que se articulan con el esternón) se sueldan entre los 25 y 28 años de edad. Entre ambos límites, se encuentran el resto de los huesos. Así por ejemplo, la **epífisis distal** del fémur se suelda hacia los 18 años, las **epífisis distales** de tibia y peroné lo hacen sobre los 16 años, las falanges de las manos terminan su crecimiento alrededor de los 15 años, etc...



Figura 1.3.6 Fémur de un individuo de la Sima de los Huesos donde se puede apreciar la cicatriz de la fusión entre la **diáfisis** y la **epífisis** (en este caso la **distal**). La epífisis distal del fémur se suelda hacia los 18 años.

Como ocurría con los dientes, cuando ya ha hecho erupción la totalidad de la dentición permanente, una vez que los huesos completan su crecimiento, es muy difícil establecer la edad de muerte de un individuo. Existen criterios auxiliares para intentar saber la edad en ejemplares adultos. El más conocido es del grado de fusión, o sinostosis, de las suturas craneales. Los huesos del cráneo están articulados entre sí a lo largo de superficies de contacto, de trazado muy sinuoso, que reciben el nombre de suturas. Cuando el individuo es joven, las suturas están abiertas; es decir, los huesos no se han soldado y pueden desarticularse. Esto es así, porque el cráneo no puede ser una caja rígida que limite el crecimiento del encéfalo. Pero al finalizar el crecimiento, cuando el encéfalo ya no va acrecer más, los huesos craneales comienzan a soldarse para constituir una caja sólida. A este proceso se le conoce como sinostosis articular o de las suturas. La sinostosis se produce a un ritmo diferente en cada individuo y hay mucha variabilidad. A veces se encuentran ejemplares muy viejos con las suturas abiertas y otros más jóvenes con las suturas en avanzado estado de sinostosis. No obstante, es un buen criterio auxiliar si se emplea con la debida precaución.

Combinando todas estas técnicas, los paleontólogos pueden estimar la edad aproximada de muerte de un individuo, que será tanto más fiable cuantos más elementos se disponga para establecerla.

Otro aspecto que los científicos calculan a partir de los fósiles es la estatura y el peso de los ejemplares originales. Para ello se basan también en el estudio de los huesos.

3.3 Huesos largos y huesos robustos

Para la estimación del peso y de la estatura a partir de restos óseos aislados, los paleontólogos recurren a dos técnicas estadísticas: la correlación y la regresión lineal.

Hay muchas variables de nuestro mundo que están relacionadas entre sí, de modo que cuando una varía también lo hace la otra. Por ejemplo, la altura y la presión atmosférica, ya que al aumentar la primera desciende la segunda. Las variables que están así relacionadas se dice que están *correlacionadas*. La correlación entre dos variables puede ser positiva si la variación es del mismo signo (cuando una aumenta lo hace la otra, y cuando una disminuye también disminuye la otra), o negativa cuando la variación es de signo contrario (cuando una disminuye la otra aumenta y viceversa). En el ejemplo anterior, altura y presión atmosférica, la correlación entre ambas variables es negativa.

Pues bien, hay variables de los huesos que están correlacionadas positivamente con la estatura o con el peso. La longitud del hueso del muslo (el fémur) está correlacionada positivamente con la estatura: cuanto más largas sean las piernas de una persona más alta será, o dicho de otro modo las personas más altas tienen las piernas más largas.

Las **epífisis** (zonas articulares de los huesos), por su parte, están correlacionadas positivamente con el peso: las personas más pesadas tienen epífisis más grandes. Esto es así porque el peso del cuerpo se transmite de hueso a hueso a través de las epífisis, que deben ser más grandes con pesos mayores para evitar que la presión entre los huesos aumente. Recordemos que la presión es igual a la Fuerza (peso en este caso)/Superficie (tamaño de la articulación, es decir de la epífisis), por lo que si el peso (en el numerador) aumenta, también lo ha de hacer el tamaño de la epífisis (en el denominador) para que la presión se mantenga constante.

De modo que la longitud de los huesos (sobre todo la del fémur) y el tamaño de las **epífisis** (sobre todo de los huesos de las extremidades inferiores) nos informan sobre si un individuo fue alto o bajo, pesado o liviano. Pero ¿cómo deducir su estatura o su peso de manera precisa?

Las variables que están correlacionadas entre sí están relacionadas por una expresión matemática que permite calcular el valor de una a partir de la otra. La profundidad y la presión hidrostática están correlacionadas (al aumentar la primera también aumenta la segunda) y es fácil deducir la relación matemática que las relaciona. Basta con medir la presión a distintas profundidades para descubrir que cada diez metros de profundidad la presión aumenta en una atmósfera, de modo que la ecuación que las relaciona es:

$$\text{Presión hidrostática} = (\text{Profundidad en metros}) \times 1/10 \text{ Atmósferas/metro}$$

que es la ecuación de una recta que corta el origen de coordenadas y cuya pendiente es 1/10.

De la misma manera podemos proceder para conocer la relación matemática entre longitud de un hueso y estatura, por un lado, o tamaño de una [epífisis](#) y peso, por el otro. Si reunimos datos de la longitud del fémur y de la estatura de un gran número de personas, podremos deducir la ecuación que relaciona ambas variables. Para realizar este cálculo se emplea la técnica estadística de la regresión lineal, cuyo resultado es la ecuación de la recta que mejor describe la variación conjunta de ambas variables.

Veamos como ejemplo dos casos de cálculo de estatura a partir de la longitud del fémur. Se ha calculado que en el caso de las personas de raza negra de Sudáfrica la ecuación que liga la longitud del fémur y la estatura es la siguiente:

$$\text{Estatura (en cm)} = 3'422 \times \text{longitud del fémur (en cm)} + 0'002$$

mientras que la ecuación calculada para las personas blancas de Estados Unidos es:

$$\text{Estatura (en cm)} = 2'38 \times \text{longitud del fémur (en cm)} + 61'41$$

O sea, que a una longitud de fémur de 50 cm le corresponde una estatura de 171'1 cm, en el primer caso, y de 180'4 cm, en el segundo. Nuestro ejemplo, además de indicar que los negros sudafricanos tienen las piernas proporcionalmente más largas que los blancos norteamericanos, pone de manifiesto que según la población de referencia que se emplee, se obtendrán valores diferentes, lo que complica el cálculo de la estatura en los fósiles.

Con un procedimiento análogo se puede estimar el peso de un individuo a partir de sus huesos, solo que en vez de emplear la longitud del fémur usaremos las dimensiones de sus [epífisis](#). También se obtienen valores distintos según la población humana que se use de referencia para establecer la relación matemática entre el peso y la medida elegida como estimador.

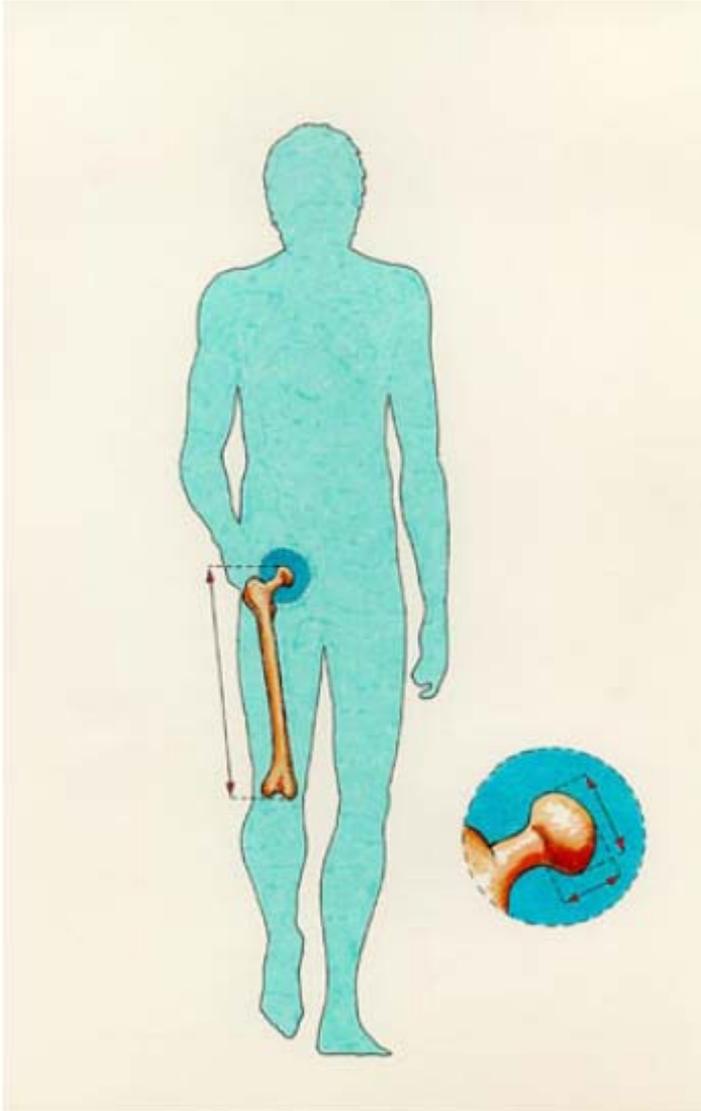


Figura 1.3.7

El cálculo de la estatura se realiza mediante una ecuación de correlación a partir de la longitud del fémur y el del peso a partir de las dimensiones de la cabeza del fémur.

3.4 Determinación del sexo

La práctica totalidad de nuestros huesos tienen idéntica función en ambos sexos. Por ello, no cabe esperar otras diferencias que las de tamaño (los varones suelen ser más grandes que las mujeres) y aquellas relacionadas con el desarrollo de la musculatura (que es más potente en los varones), como son las áreas de inserción de los músculos. Es decir, que normalmente los huesos más grandes y/o con inserciones musculares más marcadas suelen asignarse a individuos masculinos, mientras que los más pequeños y/o con inserciones más leves se atribuyen a mujeres. También existen ciertos caracteres de desigual expresión en cada sexo que no están ligados al tamaño del cuerpo o a la potencia muscular. Así, el cráneo femenino suele presentar una frente más abombada, mientras que en los varones en el que es más común que la frente sea algo más huidiza. El desarrollo de determinadas estructuras del cráneo, como son los arcos superciliares o las apófisis mastoides, suele ser mayor en los varones que en las mujeres. También pueden usarse las dimensiones de los dientes, especialmente de los caninos, que suelen ser mayores en los varones que en las mujeres.

No obstante, cuando se contrastan estos criterios en poblaciones actuales de sexo conocido, se observa que hay un gran solapamiento entre los sexos en las distintas características. Es decir, que se acierta casi siempre en el diagnóstico sexual en los individuos extremos (muy grandes o muy pequeños; con inserciones muy marcadas o muy poco marcadas, etc...) pero también se constata la existencia de un importante número de individuos intermedios (en tamaño, inserciones musculares, etc...) en los que no se puede hacer una asignación sexual con un mínimo de fiabilidad.

Este hecho hace que sea muy difícil establecer el sexo de los ejemplares fósiles, a no ser que se cuente con los huesos de la pelvis. La pelvis está formada por el hueso sacro y los dos coxales (uno derecho y uno izquierdo), cada uno de los cuales es el resultado de la fusión de tres huesos: el pubis, el isquion y el íleon. La pelvis es la única región del esqueleto que tiene distintas funciones en cada sexo. La razón es bien sencilla, la pelvis forma un anillo óseo a través del cual a de pasar el feto a término para nacer. Y dar a luz es cosa de mujeres. Por ello, la pelvis femenina es diferente, en su forma, a la masculina. Básicamente, las modificaciones de la pelvis de las mujeres están encaminadas a aumentar los diámetros del canal del parto: el sacro está atrasado y los pubis son relativamente más largos. Estas variaciones afectan a la morfología de los huesos coxales y es relativamente sencillo para el investigador distinguir un coxal masculino de uno femenino. Cuando se cuenta con estos huesos el diagnóstico sexual es mucho más sencillo y, sobre todo, más fiable.

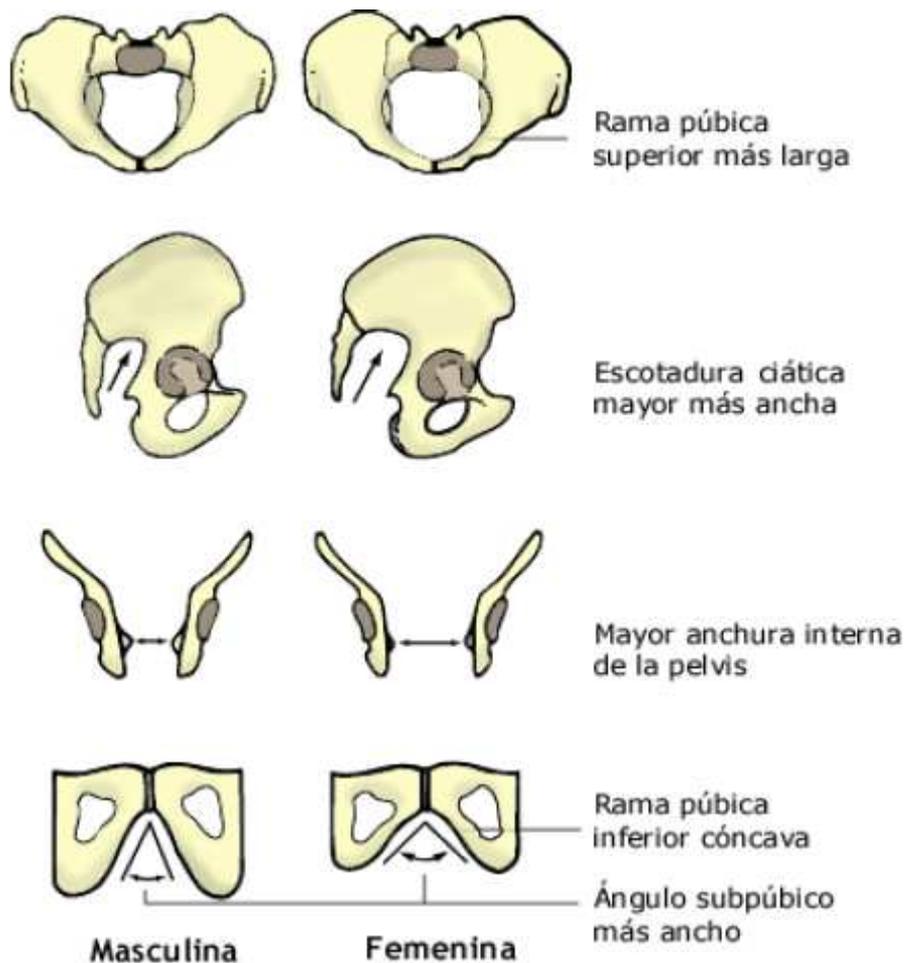


Figura 1.3.8 La pelvis femenina es diferente, en su forma, a la masculina. Las modificaciones de la pelvis de las mujeres están diseñadas para aumentar los diámetros del canal del parto: el sacro queda retrasado y los pubis son relativamente más largos.

La problemática del establecimiento del sexo de los fósiles ha dificultado el análisis de una cuestión trascendental en el estudio de la evolución humana. Se trata de la variación del **dimorfismo** sexual a lo largo del tiempo: ¿las diferencias entre los sexos han sido diferentes en el pasado? y de ser así ¿han aumentado o han decrecido? La idea más generalizada ha sido, hasta hace muy poco tiempo, que, en el caso del **género Homo**, el dimorfismo sexual era mayor en el pasado y que se ha ido reduciendo paulatinamente hasta la situación de las poblaciones modernas. O dicho en otros términos, que en las humanidades primitivas las diferencias de tamaño entre varones y mujeres eran sensiblemente mayores que en la actualidad.

Sin embargo, esta idea ha sido refutada recientemente por las investigaciones realizadas en los **homínidos** de la Sima de los Huesos de Atapuerca. Este trabajo ha demostrado que la variabilidad en el tamaño corporal entre los individuos adultos de hace 300.000 años era la misma que en la actualidad, por lo que no puede sostenerse la hipótesis de un mayor **dimorfismo** sexual. Las investigaciones sobre el material de la Sima de los Huesos ha puesto de manifiesto, así, una visión novedosa de la evolución humana, en la que el actual grado de dimorfismo sexual se alcanzó muy pronto y ha permanecido estable desde entonces.

3.5 La ciencia de la clasificación

La disciplina biológica que se encarga de esta tarea, agrupar y clasificar a los seres vivos es la Taxonomía. Conviene comenzar diciendo que no existe una clasificación objetiva o "natural" del conjunto de los seres vivos. Cualquier clasificación es arbitraria y atenderá a unos criterios subjetivos. No obstante, la agrupación de organismos en **especies** es de tipo natural. La definición biológica de especie atiende a un criterio aparentemente objetivo y fácilmente aplicable a los organismos: una especie es un conjunto de seres vivos que pueden reproducirse y cuya descendencia es fértil. De este modo, caballos y burros, en el ejemplo clásico, no forman una especie ya que aunque pueden reproducirse, el organismo resultante, la mula, no es fértil. El concepto de especie biológica se complica cuando descubrimos que dos organismos que aparentemente son de especies distintas (tigres y leones, por ejemplo) pueden tener descendencia fértil en condiciones de cautividad. Esta situación nos obligaría a matizar la definición de especie añadiendo que dos organismos son de la misma especie si pueden reproducirse *en condiciones naturales*. Aunque ahora el criterio parece incluir los casos como los de tigres y leones, lo cierto es que se ha introducido un factor de subjetividad en la definición, ya que es difícil de definir el concepto de "condiciones naturales".

Pero éste es un problema menor comparado con el hecho de que la definición biológica de especie es inaplicable a los fósiles, en los que no es posible contrastar la interfecundidad. En cualquier caso la **especie** es el nivel elemental de clasificación. Por encima de éste existen otros niveles de agrupación en función de parecidos más generales. Así, las especies más parecidas se agrupan en **géneros**, éstos en **familias**, las familias en **órdenes**, que a su vez componen **clases**, que se integran en **filos**, que constituyen los **reinos**. También existen categorías intermedias que complican las clasificaciones. Por ejemplo, entre el nivel de orden y el de familia, se encuentran el de suborden y superfamilia.

Volviendo al caso de tigres y leones, éstos pertenecen respectivamente a las especies *Panthera leo* y *Panthera tigris*, que junto con el leopardo (*Panthera pardus*) son representante vivos del género *Panthera* (como puede verse, los nombres específicos son **binomiales** y constan del nombre del género al que pertenecen, en primer lugar, seguido de un segundo nombre que le confiere especificidad). El género *Panthera* pertenece a la familia *Felidae* (o felinos), junto a otros géneros como *Acinonyx* (los guepardos), *Lynx* (los linceos), o *Puma* (los pumas). A su vez, la familia de los felinos se integra junto con otras en el orden Carnivora, que incluye, entre otras, a las familias *Canidae* (los perros, lobos, zorros, etc...), *Ursidae* (los osos) y *Hyaenidae* (las hienas). El orden carnívora pertenece a la clase de los mamíferos, que se integra en el filo de los cordados, que forma parte del reino animal. Como puede verse los parecidos son más generales y tenues cuanto mayores la categoría taxonómica.

3.6 Las relaciones filogenéticas

Los principios de la clasificación biológica actual fueron propuestos por el científico sueco Carlos Linneo (1717-1778) y atienden exclusivamente al parecido entre seres vivos, clasificando como más próximos a los organismos más parecidos. Sin embargo, desde que Carlos Darwin (1809-1882) demostrase fehacientemente el hecho evolutivo, se tiende a que la clasificación de los seres vivos refleje su historia evolutiva; es decir, que sea el grado de parentesco evolutivo entre los organismos el que marque su mayor o menor proximidad en la clasificación.

Aparentemente, no debería haber contradicción entre ambos puntos de vista, ya que parece inevitable que los organismos más estrechamente emparentados sean también los más parecidos. Pero esto no tiene por que ser siempre así. De hecho, hay casos en los que se da la situación inversa: los menos parecidos presentan un parentesco más estrecho. Dejando aparte el hecho evidente de que hay parecidos que solo son superficiales (analogías) y que no deben tomarse en consideración, tampoco todos los parecidos reales (homologías) tienen el mismo valor a la hora de establecer la proximidad evolutiva.

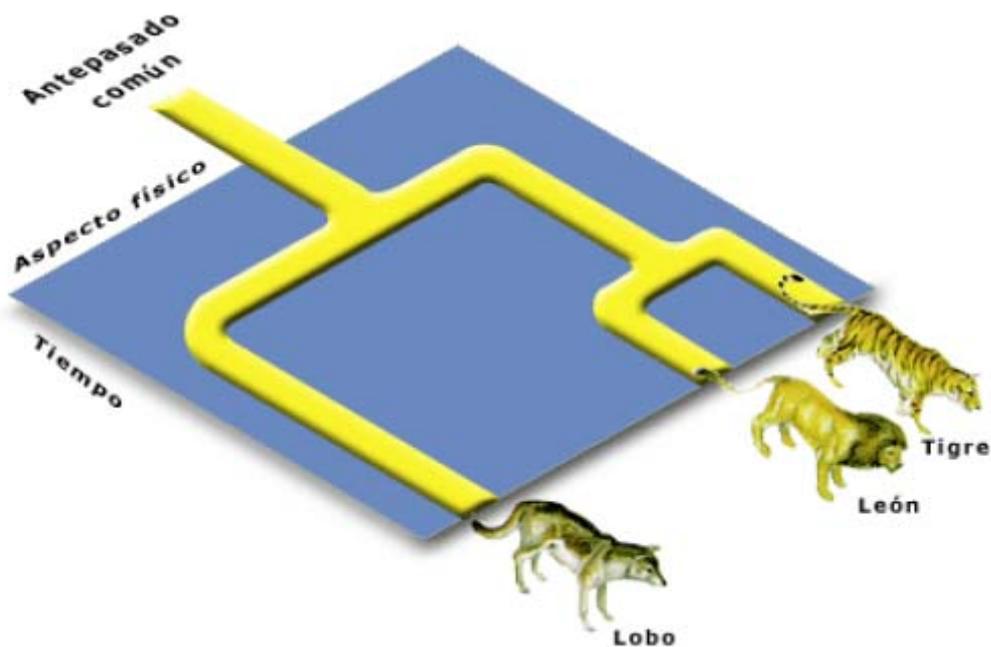


Figura 1.3.9 La escuela cladista (o sistemática filogenética) propone que los caracteres evolucionados son los que nos permiten deducir el grado de parentesco entre los organismos.

Las aves descienden de un tipo de dinosaurio del grupo de los llamados dinosaurios saurisquios entre los que se hallan los famosos velocirraptores y los no menos famosos tiranosaurios. Es decir, que las aves son "hermanas" de estos dinosaurios, con los que comparten un antepasado (el primer saurisquio) que no lo fue de ningún otro organismo. Sin embargo, aves, velocirraptores y tiranosaurios solo son primos de los dinosaurios llamados ornitisquios (los diplodocus, por ejemplo). Ahora bien, los diplodocus se parecen en más rasgos a los tiranosaurios y velocirraptores, que éstos a las aves. O dicho de otro modo, hay casos en los que los organismos se parecen más a los "primos" que a sus propios "hermanos". En este caso, la clasificación por parecidos agruparía juntos (Reptiles) al diplodocus, tiranosaurio y velocirraptor, e incluiría a las aves en otro grupo (Aves). Sin embargo la clasificación por parentesco reuniría a tiranosaurios, velocirraptores y aves en un grupo, y dejaría a los diplodocus en otro. Ambas clasificaciones son correctas, dependen del criterio que se prefiera, parecido o parentesco.

Un caso similar al anterior es el de orangutanes, chimpancés, gorilas y humanos. Los tres primeros son más parecidos entre sí y, clásicamente, se reúnen en la familia de los póngidos, mientras que los humanos y sus antepasados directos se agrupan en la familia de los homínidos. Sin embargo, hoy sabemos que el chimpancé está más próximo evolutivamente a los humanos que a los gorilas o chimpancés. Por ello, hay quien prefiere agrupar dentro de la familia de los homínidos a chimpancés y humanos. En el apartado dedicado a la taxonomía de los primates se ha obviado el problema manteniendo la explicación a nivel de superfamilia.

Pero ¿cómo saben los científicos el grado de parentesco evolutivo entre los organismos, si éste no se deduce directamente del parecido? La respuesta a esta pregunta es complicada. Para ello, se hace preciso distinguir entre caracteres primitivos y derivados (o evolucionados). Un carácter primitivo es aquel que procede de un antepasado muy lejano y que, por tanto, es común a muchas especies y no nos sirve para dilucidar cuáles de ellas están más estrechamente emparentadas. Los caracteres derivados son aquellos que han aparecido más tarde en la evolución y solo los presentan los descendientes de la especie en los que aparecieron por primera vez. Estos caracteres evolucionados son los que nos permiten deducir el grado de parentesco entre los organismos. Este modo de proceder es el propuesto por la escuela cladista y se conoce como cladística o sistemática filogenética.

Un ejemplo de carácter primitivo es la presencia de cinco dedos en los vertebrados terrestres, herencia del ancestro común a todos ellos. Las salamandras y las personas tenemos cinco dedos en las cuatro extremidades, mientras que los caballos solo tienen un dedo en cada pata. Ahora bien, como éste es un rasgo primitivo no puede usarse para argumentar que las personas y las salamandras estamos evolutivamente más próximos que las personas y los caballos.

Como carácter derivado podemos pensar en las glándulas mamarias, que es un rasgo novedoso en la evolución de los vertebrados, y que solo presentan aquellos organismos que descienden del primer vertebrado en que aparecieron. La presencia de glándulas mamarias en caballos y humanos es un buen criterio para proponer un grado elevado de parentesco y clasificarlos en el mismo grupo, los mamíferos.

Evidentemente, el mismo carácter puede considerarse como derivado o primitivo según el grupo que estemos estudiando. Dentro del conjunto de los vertebrados, la presencia de glándulas mamarias es carácter derivado. Pero si queremos trabajar en el grupo de los mamíferos, las glándulas mamarias son un rasgo primitivo, puesto que todos los mamíferos lo han heredado del mismo antepasado común.

4. Actividades

Actividad 1

Hacer un esquema con la edad en que aparecen las piezas dentales, deciduas y permanentes.

Actividad 2

Ordenar por su edad de muerte estimada los siguientes cráneos hallados en un yacimiento:

- A.- Las únicas piezas permanentes que conserva son los primeros molares.
- B.- Presenta los premolares definitivos y el primer molar permanente.
- C.- Presenta los caninos definitivos y el primer molar permanente.
- D.- Presenta todos los molares permanentes y las suturas craneales abiertas.
- E.- Las únicas piezas emergidas son los incisivos y caninos de leche.
- F.- Ha perdido toda la dentición pero las suturas craneales están fusionadas.

Actividad 3

En un yacimiento se han encontrado diez fémures cuyas longitudes son: 52 cm, 50 cm, 47,5 cm, 45 cm, 54 cm, 45 cm, 49 cm, 46 cm, 51 cm y 53,5 cm. Estimar la estatura media de los individuos representados por los fémures y hacer un diagnóstico del sexo en el mayor número posible de casos.

Actividad 4

Ordenar de más amplia a más específica las siguientes categorías taxonómicas: Orden, Filo, Clase, Reino, **Familia**, **Género**, **Especie**.

Actividad 5

Hacer una lista con cinco características primitivas y cinco características evolucionadas de las personas respecto al conjunto de los mamíferos.

5. Autoevaluación

1) Las piezas dentales cuya aparición marca las principales fases de la vida de los primates son:

- 1.- Los incisivos.
- 2.- Los molares.
- 3.- Los premolares permanentes
- 4.- Los molares permanentes.

2) La estimación de la edad de muerte de los ejemplares adultos puede realizarse a partir de:

- 1.- La longitud del fémur.
- 2.- El grado de sinostosis de las suturas craneales.
- 3.- El número de líneas de esmalte en la corona de los dientes.
- 4.- El desgaste dental.

3) Explicar el concepto de Correlación entre variables.

* Se dice que dos variables están correlacionadas cuando ambas varían simultáneamente.

4) Dos variables están correlacionadas negativamente si:

- 1.- Al disminuir una también disminuye la otra.
- 2.- Cuando no existe correlación entre ellas.
- 3.- Su variación es de signo contrario (al aumentar una disminuye la otra y viceversa).
- 4.- Una aumenta más deprisa que la otra.

5) Las medidas de los huesos más correlacionadas con el peso corporal son:

- 1.- La longitud total de los huesos.
- 2.- Las dimensiones de las articulaciones.
- 3.- El grosor de las paredes de los huesos.
- 4.- El peso de los huesos.

6) El criterio más fiable para la determinación del sexo en un esqueleto es:

- 1.- La longitud del fémur.
- 2.- El tamaño de los dientes.
- 3.- El tamaño del cráneo.
- 4.- La morfología de los huesos de la pelvis.

7) Por norma general, los varones suelen presentar:

- 1.- Arcos superciliares robustos.
- 2.- Frentes abombadas.
- 3.- Inserciones musculares marcadas.
- 4.- Cráneos dolicocefalos.

8) Hace 300.000 años, el dimorfismo sexual en cuanto al tamaño de las personas era

- 1.- Mucho mayor que en la actualidad.
- 2.- Igual que en la actualidad.
- 3.- Un poco mayor que en la actualidad.
- 4.- Menor que en la actualidad.

9) Explicar el criterio fundamental de la definición biológica de especie.

10) La categoría taxonómica de Orden:

- 1.- Es la inmediatamente inferior a la de Familia.
- 2.- Es la inmediatamente superior a la de Familia.
- 3.- Es la inmediatamente inferior a la de Clase.
- 4.- Se encuentra entre Reino y Clase.

11) El nombre de especie del tigre, es:

- 1.- *tigris*
- 2.- *Panthera tigris*
- 3.- *Panthera tigre*
- 4.- *Panthera*

12) Explicar los conceptos de carácter primitivo y carácter evolucionado.

13) El grado de parentesco evolutivo entre los especies depende:

- 1.- Del número de caracteres evolucionados compartidos.
- 2.- Del número de caracteres primitivos y evolucionados compartidos.
- 3.- Del número de antepasados comunes.
- 4.- Del número de caracteres primitivos compartidos.

14) Cual de los siguientes caracteres de las personas es evolucionado respecto del resto de los mamíferos?

- 1.- El pulgar de las manos oponible.
- 2.- La presencia de cinco dedos en manos y pies.
- 3.- La ausencia de cola.
- 4.- La locomoción bípeda.

6. Soluciones

1) Las piezas dentales cuya aparición marca las principales fases de la vida de los primates son:

4.- Los molares permanentes.

2) La estimación de la edad de muerte de los ejemplares adultos puede realizarse a partir de:

2.- El grado de sinostosis de las suturas craneales.

3) Explicar el concepto de Correlación entre variables.

* Se dice que dos variables están correlacionadas cuando ambas varían simultáneamente.

4) Dos variables están correlacionadas negativamente si:

3.- Su variación es de signo contrario (al aumentar una disminuye la otra y viceversa).

5) Las medidas de los huesos más correlacionadas con el peso corporal son:

2.- Las dimensiones de las articulaciones.

6) El criterio más fiable para la determinación del sexo en un esqueleto es:

4.- La morfología de los huesos de la pelvis.

7) Por norma general, los varones suelen presentar:

1.- Arcos superciliares robustos.

3.- Inserciones musculares marcadas.

8) Hace 300.000 años, el dimorfismo sexual en cuanto al tamaño de las personas era

2.- Igual que en la actualidad.

9) Explicar el criterio fundamental de la definición biológica de especie.

* La especie está formada por el conjunto de organismos que, en condiciones naturales, pueden cruzarse y tener descendencia fértil.

10) La categoría taxonómica de Orden:

2.- Es la inmediatamente superior a la de Familia.

3.- Es la inmediatamente inferior a la de Clase.

11) El nombre de especie del tigre, es:

2.- *Panthera tigris*

12) Explicar los conceptos de carácter primitivo y carácter evolucionado.

* Carácter primitivo es aquel que comparten todos los organismos en estudio por haberlo heredado de un antepasado común a todos ellos.

* Carácter evolucionado es aquel que solo comparten algunos de los organismos en estudio, por haberlo heredado de un antepasado común exclusivo.

13) El grado de parentesco evolutivo entre los especies depende:

1.- Del número de caracteres evolucionados compartidos.

14) Cual de los siguientes caracteres de las personas es evolucionado respecto del resto de los mamíferos?

4.- La locomoción bípeda.

Módulo 2, Los primates

UD.1 El hombre
entre los primates

UD.2 La historia
de los primates



Módulo 2, Los primates



Lemur de cola anillada

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Distribución geográfica de los primates**
- 3.2 Unos mamíferos poco originales**
- 3.3 De rama en rama**
- 3.4 Sociales e inteligentes**
- 3.5 Clasificación de los primates**
- 3.6 Relaciones evolutivas de los hominoideos**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones Autoevaluacion

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es necesario ningún conocimiento previo, ya que el tema está planteado de manera que se explican todos los conceptos necesarios para su comprensión. No obstante, el conocimiento del sistema de clasificación zoológica **binomial** puede ayudar a facilitar el apartado dedicado a la diversidad de los primates.

1.2 Objetivos didácticos

Junto a objetivos que son específicos del tema, se incluyen otros de índole más general destinados a relacionarlo con otras áreas de conocimiento como la Geografía, la Biogeografía y la Anatomía de Mamíferos. Los objetivos específicos son los que siguen: Conocer la división del planeta en Reinos Biogeográficos, desde el punto de vista de la Botánica y de la Zoología.

- Conocer la distribución geográfica de los primates.
- Relacionar la distribución geográfica de los primates con su modo de vida.
- Conocer los tipos de dientes de un mamífero y el uso de la **fórmula dental** para describir la dentición de las **especies**.
- Conocer las características básicas de los primates.
- Distinguir, entre las características básicas de los primates, los rasgos que son primitivos de los que son adaptaciones propias del grupo.
- Relacionar las características propias del grupo con su historia evolutiva y su modo de vida.
- Conocer la Taxonomía general de los Primates.
- Conocer las características básicas de los diferentes grupos de Primates y su distribución geográfica concreta.
- Describir las peculiaridades anatómicas de los **hominoideos**, relacionandolas con su tipo de locomoción.
- Conocer las principales diferencias anatómicas en el aparato locomotor del grupo de los seres humanos, respecto del resto de los hominoideos.
- Conocer los distintos tipos de hominoideos actuales.
- Describir las características básicas de cada tipo de hominoideo (tamaño, **dimorfismo** sexual, modo de vida y distribución geográfica).
- Relacionar los distintos tipos de hominoideo, en función del grado de parentesco.

1.3 Lecturas recomendadas

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1997). La Especie Elegida. Temas de Hoy, Madrid.

Schultz, A. (1979). Primates. Destino, Barcelona.

Valls, A. (1985). Introducción a la Antropología. Labor, Barcelona.

2. Resumen del tema

Los seres humanos somos, desde el punto de vista de la clasificación biológica, Primates, un Orden de mamíferos que conocemos más familiarmente con el nombre de *monos*. Desde esta perspectiva, la discusión sobre si venimos o no del *mono* es estéril; porque eso es precisamente lo que somos nosotros: monos. Sin duda somos unos primates especiales, que nos distinguimos de los demás por una serie de rasgos únicos. Pero ¿cuáles son dichos rasgos? y ¿cuáles de nuestras características son comunes al resto de nuestros parientes, los demás monos?. Para saberlo, es conveniente conocer que tipo de primate somos, cuáles de entre los demás primates se parecen más a nosotros y en qué estriba dicho parecido.

Los primates son un tipo de mamífero adaptado a la vida en el bosque tropical. En la actualidad, se conocen cerca de 175 **especies** distribuidas por las zonas tropicales de América, Asia y África. Los seres humanos son los únicos primates que han conseguido colonizar con éxito los ecosistemas estacionales de las regiones templadas del globo. En general, los primates son vegetarianos, frugívoros y **folívoros**, aunque sus dietas suelen ser variadas, incluyendo invertebrados y, a veces, mamíferos. Los primates conjugan la presencia de un esqueleto básicamente primitivo, especialmente en la dentición, junto a otras características propias muy evolucionadas. Estas características están relacionadas con dos aspectos que han marcado la historia evolutiva del grupo: la vida en los árboles, y la sociabilidad.

En la actualidad, se distinguen dos subórdenes dentro del Orden Primates: Estrepsirrinos y Haplorrinos. Los primeros son menos variados y tienen una distribución geográfica más limitada. También son los Estrepsirrinos los primates de características más primitivas, por lo que también se les conoce como **Prosimios** (simios primitivos), en contraposición a los Simios o Estrepsirrinos. En este últimos suborden se encuadran los primates sudamericanos (o Platorrinos), el grupo de los cercopitécidos (papiones, mandriles, macacos y similares) y el de los **hominoideos** (gibones, orangutanes, chimpancés, gorilas y humanos). El conjunto de los hominoideos se distingue, además de por la pérdida de la cola, por una serie de adaptaciones a su peculiar forma de desplazarse por los árboles: la braquiación. Esto es, colgando de los brazos.

Los actuales Prosimios son los representantes del grupo ancestral de los Simios. Dentro de estos, los Platorrinos fueron los primeros en desgajarse del tronco común. Con posterioridad, se separaron las estirpes evolutivas de cercopitécidos y hominoideos, que se diversificaron independientemente. Entre los hominoideos, se produjo pronto la separación de las líneas que darían lugar a los actuales hominoideos asiáticos. Así, el grupo de los gibones fue el primero en diverger, seguido de la línea conducente al orangután. Dentro del grupo de **especies** africanas, el linaje del gorila apareció en primer lugar, mientras que las líneas evolutivas de los chimpancés y de los **homínidos** (el conjunto en el que estamos encuadrados los seres humanos) fueron las últimas en separarse, hace algo más cinco millones de años.

De este modo, los seres humanos presentamos características propias de los Primates, junto a otras que son exclusivas de los Haplorrinos, Hominoideos y Homínidos, respectivamente.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Distribución geográfica de los primates

Las aproximadamente 175 **especies** del Orden Primates forman, en cuanto a sus requerimientos ecológicos, un conjunto muy homogéneo. Se puede generalizar diciendo que los primates son unos mamíferos que viven en bosques tropicales húmedos (pluvisilvas) o subtropicales de tipo monzónico, con lluvias estacionales y épocas secas en las que algunos árboles pierden las hojas. En ese medio forestal cálido y lluvioso es donde se ha desarrollado su evolución, y por lo tanto todos los primates presentan numerosas adaptaciones a la vida en los árboles.

Hay, no obstante, unas pocas excepciones a esta definición ecológica de los primates: la de habitantes del bosque tropical. Los humanos somos una de ellas aunque, en realidad, sólo desde hace unos 2,5 millones de años, cuando dejamos de vivir en los bosques tropicales y empezamos a ocupar medios no tan densamente arbolados. También los papiones desarrollan su existencia en las sabanas más o menos despejadas de África, aunque siempre acuden a la protección de los roquedos o de los árboles para pasar la noche. También hay algunos macacos que se han adaptado a regiones más frías, tales como el norte de África, el sur de Europa, las faldas del Himalaya y el Japón.

La Biogeografía Vegetal distingue seis reinos florísticos en el mundo. La distribución de los primates coincide prácticamente con los reinos Paleotropical y Neotropical. El primero abarca Madagascar y casi toda el África subsahariana, salvo la punta más meridional del continente, que es otro reino, llamado Capense, en el que también viven los primates. El reino Paleotropical se extiende en Asia por la península del Indostán (Pakistán, India y Bangladesh), Birmania, el sudeste asiático continental (Tailandia, Laos, Camboya y Vietnam) y el insular (Indonesia), y también incluye Filipinas.

El reino Neotropical abarca toda Centroamérica y Sudamérica, excepto el cono sur (que pertenece al reino Antártico). Todas las tierras de los reinos Paleotropical y Neotropical son cálidas, y están comprendidas en su mayoría entre los trópicos de Cáncer, al norte, y de Capricornio, al sur. La causa principal de la casi ausencia de monos más allá de los trópicos es la estacionalidad, que se hace más marcada conforme nos apartamos del Ecuador.

Los primates son bastante variados en cuanto a tipos de dieta, con **especies** completamente vegetarianas mientras otras son omnívoras e incorporan a su dieta pequeños vertebrados e invertebrados como los insectos, en los que algunos primates se han especializado. Incluso los papiones y chimpancés a veces cazan y consumen otros mamíferos, pese a ser su dieta vegetariana.

A pesar de lo variado de su dieta, los primates presentan una limitación ecológica: no pueden soportar los largos periodos, propios de los climas estacionales, en los que no hay frutas, hojas verdes, tallos y brotes tiernos, o insectos de los que alimentarse. Las estaciones dependen de la inclinación del eje de la Tierra, que, con pequeñas fluctuaciones, ha existido siempre.

Pero además, el enfriamiento del planeta en los últimos millones de años es otra causa importante a la hora de explicar la distribución geográfica actual de los primates, porque la estacionalidad se ve exagerada por el cambio climático. Las tierras alejadas del Ecuador son ahora más frías en invierno que en el pasado.

Al norte de los reinos Paleotropical y Neotropical se encuentra el reino Holártico, que incluye Norteamérica, África del norte, toda Europa y casi toda Asia (la que no pertenece al reino Paleotropical). En el reino Holártico los primates sólo viven en la región Esteasiática, que abarca parte de China, Corea y Japón. También hay, como se ha dicho, macacos de Berbería en el Norte de África (ver figura 2.1.1). En el resto del reino Holártico no se ven monos en ninguno de sus paisajes, sean de **tundra** ártica, **taiga** boreal, bosque templado, bosque mediterráneo, **estepa** o desierto.



Figura 2.1.1

El macaco de Berbería (*Macaca sylvanus*) es uno de los escasos primates que habita en el reino Holártico (según la biogeografía vegetal). El macaco que se observa en la foto procede del norte de África, concretamente de la cordillera del Atlas (Marruecos).

Por último, el reino Australiano está formado por Australia y Tasmania, y a él jamás llegaron los primates.

También la Biogeografía Animal divide el mundo emergido en reinos y regiones atendiendo a la repartición geográfica de las **especies** de vertebrados terrestres. En términos generales las divisiones biogeográficas de zoólogos y botánicos coinciden, ya que en realidad reflejan las historias de los animales y de las plantas, que no son muy diferentes entre sí.

Los reinos biogeográficos de los zoólogos son tres. Uno es la Neogea, que corresponde a Sudamérica y Centroamérica. Otro reino zoogeográfico es la Arctogea, que incluye toda Eurasia, África y Norteamérica. A su vez se divide en la región Neártica (Norteamérica), la región Paleártica (Europa, el norte de África y casi toda Asia), la región Etiópica (toda África salvo la franja mediterránea, más la Península Arábiga y Madagascar), y la región Oriental (la parte tropical del sur y este del Asia continental, Indonesia y Filipinas). Los primates habitan las regiones Etiópica y Oriental, y faltan en la Neártica y en la Paleártica, con las excepciones del macaco de Berbería y del macaco japonés. Australia, Nueva Guinea, Tasmania y un puñado de islas de Indonesia forman el reino de Notogea, con una fauna muy original que da cuenta de su pasado de prolongado aislamiento. Sólo unas pocas **especies** de primates (aparte del hombre) se encuentran en el reino de Notogea. En la figura 2.1.2 se representa la distribución de los primates en los seis reinos atendiendo a la biogeografía vegetal y en los tres reinos biogeográficos de los zoólogos.

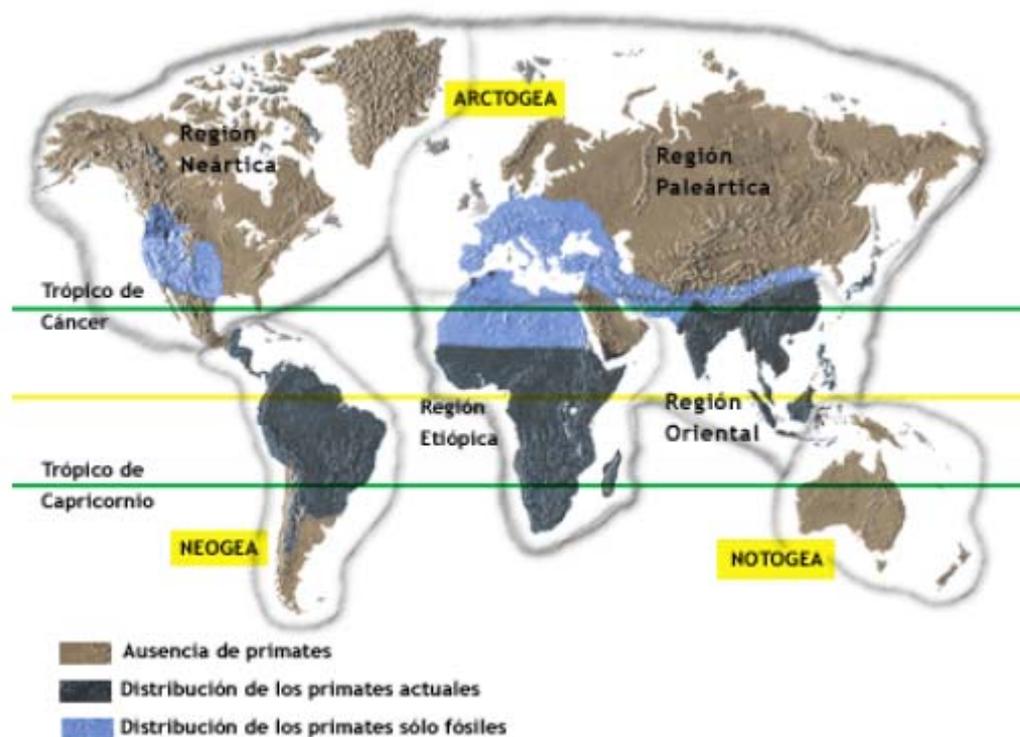


Figura 2.1.2 Los reinos biogeográficos de los zoólogos son tres: la Neogea, la Notogea y la Arctogea (a su vez subdividido en las regiones Etiópica, Paleártica, Oriental y Neártica). Los primates habitan las regiones Etiópica y Oriental, y faltan en la Neártica y Paleártica (con la excepción del macaco de Berbería y el macaco japonés)

3.2 Unos mamíferos poco originales

Anatómicamente hablando, los primates no son un grupo que destaque por su originalidad entre los mamíferos placentados, sino más bien todo lo contrario. En general, nuestro esqueleto ha cambiado poco desde los antepasados comunes al resto de los placentados. Por ejemplo, seguimos teniendo cinco dedos en manos y pies, y clavículas en la cintura torácica, rasgos éstos que la mayor parte de los demás mamíferos han modificado enormemente, o incluso perdido. Tampoco nuestra dentadura se ha visto muy modificada, ni en el número ni en la morfología de nuestros dientes, especialmente de los molares.

Los mamíferos tenemos cuatro tipos de dientes en la boca. En la parte anterior están los incisivos, que pueden ser cónicos (como en los carnívoros) o espatulados (ese es el caso de, por ejemplo, los roedores o los primates), por detrás de éstos se encuentran los caninos, de forma cónica y más desarrollados que los demás dientes, luego están los premolares y, finalmente, los molares. Tanto el número de piezas como su forma han experimentado cambios en los distintos grupos de mamíferos, desde el antepasado común a todos ellos. Para describir la dentición de un mamífero, los zoólogos emplean la llamada **fórmula dental**. Puesto que tanto los dientes del maxilar como los de la mandíbula presentan simetría bilateral, basta con describir la dentición de un lado del maxilar y de la mandíbula siguiendo el orden incisivos, caninos, premolares y molares. Por ejemplo, las personas tenemos la siguiente fórmula dental: 2123/2123; o sea, 2 incisivos, 1 canino, 2 premolares y 3 molares, en cada lado de la boca, y tanto arriba como abajo.

Pues bien, la fórmula dental del antepasado común de todos los primates es 2133/2133, que no es muy diferente de la del mamífero ancestral: 3143/3143. Los primates hemos perdido un incisivo en cada lado de la boca (arriba y abajo) y uno (o dos) premolares. Esta diferencia es muy pequeña si pensamos que la mayoría de los demás ordenes de mamíferos han sufrido modificaciones más drásticas en el número de piezas. En la figura 2.1.3 se muestran ejemplos de varias fórmulas dentarias en primates.



Figura 2.1.3 Los primates hemos perdido un incisivo en cada lado de la boca (arriba y abajo) y uno (o dos según el grupo) premolares. Fila superior, de izquierda a derecha: *Ptilocercus*, *Lemur*, *Tarsius*. Fila inferior, de izquierda a derecha: *Cebus*, *Macaca*, *Pan*.

Además, los molares de muchos grupos de mamíferos cuya dieta está muy especializada han sufrido una intensa evolución que ha cambiado la forma original de la superficie masticatoria de la corona, desde una morfología con cúspides redondeadas y aisladas, hasta formas con cúspides alargadas y unidas por puentes de esmalte (los herbívoros), u otras con cúspides planas y alineadas (los carnívoros). Como la mayor parte de las 175 especies de primates vivos tienen un tipo de alimentación poco especializada, aunque predominantemente vegetariana, la morfología de sus molares no ha cambiado apenas desde la del antepasado común al resto de mamíferos.

En lo que si hemos cambiado los primates ha sido en una serie de características esqueléticas, fisiológicas y etológicas que nos hablan del nicho ecológico original de nuestro grupo: los primates somos, básicamente, animales arborícolas, sociales e inteligentes. Supliendo con una gran flexibilidad de comportamiento la falta de adaptaciones esqueléticas, hemos podido adaptarnos a ambientes y formas de vida dispares, pero todos seguimos llevando en nosotros la herencia de la vida en los árboles.

3.3 De rama en rama

Hay una serie de rasgos que compartimos todos los primates y que nos son exclusivos, que constituyen adaptaciones para un tipo especial de vida en los árboles. Así, nuestro dedo pulgar (al menos en la mano) es oponible lo que permite cerrar el puño y así poder coger las ramas, bien para colgarnos, para trepar o, simplemente, para sostenernos en ellas. Esta disposición del pulgar, está en la base de la capacidad de unir las pulpas de los cinco dedos, que faculta la prensión de precisión y la manipulación de objetos.

Por otra parte, el grupo de los simios tenemos los ojos frontalizados, es decir, ambos en la parte anterior de la cara. Como resultado, a nuestro cerebro llegan dos imágenes muy similares desde cada ojo. Aunque parezca que esta situación es desventajosa, ya que limita el campo total de visión, que es mayor en animales que tienen los ojos a los lados de la cara, lo cierto es que esta característica es la base de nuestra vista estereoscópica, en tres dimensiones, que nos permite estimar con gran precisión distancias. Debido al quiasma óptico, en el que parte de las fibras de cada nervio óptico van a parar al hemisferio cerebral del lado contrario, a cada hemisferio cerebral le llegan a la vez imágenes de cada ojo. Como las imágenes procedentes de cada ojo son más o menos diferentes en función de lo lejano que esté el objeto visualizado (a mayor lejanía, más diferencia), el cerebro puede comparar ambas imágenes y deducir la distancia del objeto. Habilidad ésta que resulta fundamental para poder saltar de una rama a otra.

Pero saltar con acierto no es la única capacidad de los simios ligada a la visión estereoscópica: la capacidad de manipular objetos está favorecida por nuestra visión en tres dimensiones, lo que permite que el cerebro pueda guiar eficazmente a las manos.

Siguiendo con los dedos, y aunque este rasgo no está claramente asociado a la vida en los árboles, los primates tenemos uñas planas (al menos en los pulgares de los pies), como una [lámina](#), en vez de garras.

Por último, cuando las crías vienen al mundo, deben ser capaces de viajar con su madre en su acrobática vida en los árboles. Como resultado, los primates nacen con unas determinadas habilidades psicomotrices bien desarrolladas: aquellas que les permiten agarrarse del pelaje materno y no caer cuando la madre se desplaza. Así los primates presentan, al nacimiento, un estado precoz de maduración nerviosa (ver figura 2.1.4).



Figura 2.1.4

Los gibones (géneros *Hylobates* y *Symphalangus*) son los hominoideos más especializados en la braquiación. Las crías al nacer ya poseen grandes habilidades psicomotrices que les permitan agarrarse al pelaje materno para no caer cuando la madre realiza sus desplazamientos.

3.4 Sociales e inteligentes

Con muy pocas excepciones, la mayor parte de las **especies** de primates viven en grupos sociales de gran complejidad. Esta es una de las claves de su supervivencia, ya que la vida en grupo aumenta la eficacia en la localización de la comida y la defensa ante los depredadores. La compleja vida social de los primates está asociada a un notable desarrollo de su inteligencia, entendida como flexibilidad en su comportamiento a la hora de tomar decisiones.

En relación con ello, los primates son, junto con los cetáceos, el grupo de mamíferos más encefalizado. Es decir, que los primates poseen cerebros más grandes de lo esperado para un mamífero "típico" con su tamaño corporal. Dentro del Orden, los Haplorrinos están, en general, más encefalizados que los Strepsirrinos. Y entre los Haplorrinos destacan los **hominoideos** por el tamaño de su cerebro, siendo los humanos y chimpancés, por este orden, los campeones de la **encefalización** entre los primates.

Por otra parte, la reunión de vida social compleja y comportamiento flexible, es decir no determinado instintivamente, determina que los primates requieran periodos de aprendizaje más largos que los del resto de mamíferos. De este modo, se hacen necesarias infancias más largas, en las que aprenden todo lo necesario para sobrevivir y comportarse correctamente dentro del grupo. La prolongación de la infancia comporta un beneficio añadido: puesto que las crías crecen lentamente, la leche materna no necesita ser de alta calidad (de hecho la leche de los primates no se distingue por su riqueza en nutrientes), lo que evita a la madre el estrés alimentario que es frecuente en grupos con crecimiento rápido (como los felinos, por ejemplo). Como consecuencia, la mortalidad infantil por desnutrición es menor.

3.5 Clasificación de los primates

Dentro de los primates actuales se aceptan dos grupos con categoría de Suborden: los Estrepsirrinos (o **Prosimios**) y los Haplorrinos. La característica más notable que distingue a unos y a otros es la forma de la nariz y del labio superior (además de otras más complejas, tales como la estructura de los vasos que irrigan del oído medio, o el tipo de placenta). Los estrepsirrinos presentan el modelo primitivo, y común a muchos placentados, en el que los orificios nasales se encuentran rodeados de una superficie desnuda y húmeda (como es el caso de un perro, por ejemplo) llamada rinario; además, su labio superior está fusionado a las encías. Por el contrario, los Haplorrinos presentan la nariz cubierta de piel seca y el labio superior no está fusionado a las encías y es móvil (ver figura 2.1.5).

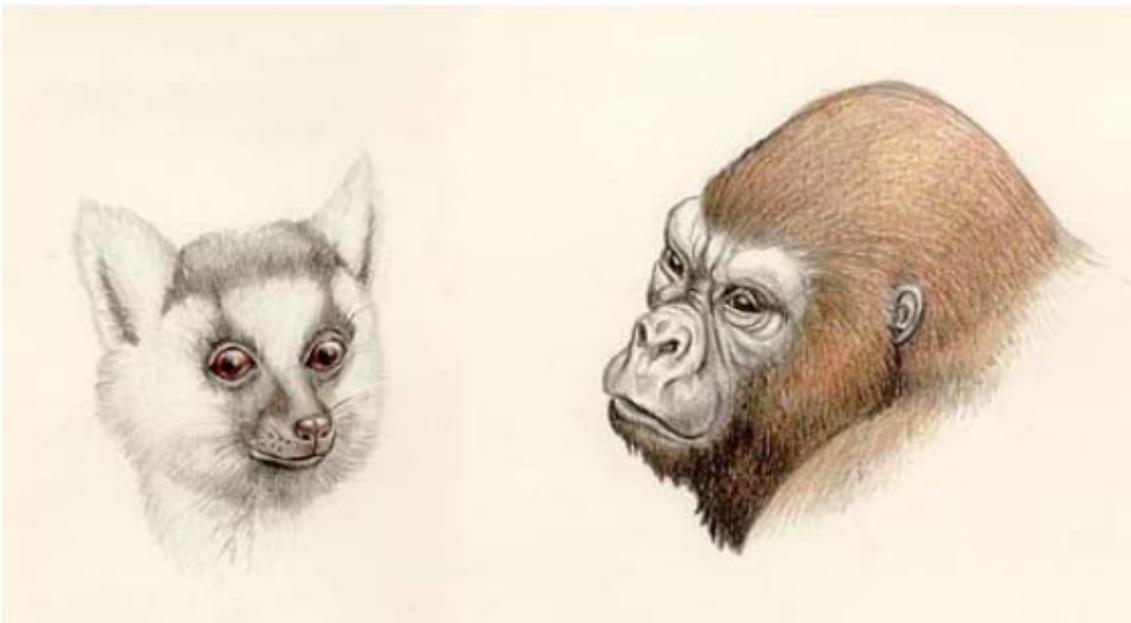


Figura 2.1.5 Los estrepsirrinos, representados aquí por el lemur de cola anillada (*Lemur catta*) (izquierda) tienen la piel desnuda y húmeda alrededor de las aberturas nasales y el labio inferior partido y fijado a las encías por la línea media. Los haplorrinos, aquí representados por un gorila (*Gorilla gorilla*) (derecha) tienen la piel que rodea los orificios nasales del mismo tipo que la del resto de la cara y el labio superior está fusionado y es móvil.

En el grupo de los estrepsirrinos se encuadran los lémures, los indris y el aye-aye (o lémures en sentido amplio), que evolucionaron y se diversificaron en condiciones de aislamiento en la isla de Madagascar (frente a la costa oriental de África). Algunas **especies** son nocturnas y otras diurnas. Desgraciadamente, la llegada reciente de los humanos supuso la degradación de su paraíso forestal y la desaparición de numerosas especies (ver figura 2.1.6).



Figura 2.1.6 El Aye-aye (*Daubentonia madagascariensis*) es un estrepsirrinos que junto a los lemures y los indris, evolucionó en condiciones de aislamiento en la isla de Madagascar.

Además de los lémures e indris de Madagascar, los estrepsirrinos están representados, hoy día por los gálagos y potos, en África, y los loris en Asia.

Los haplorrinos actuales, tienen una distribución y diversidad mucho mayor, y entre ellos nos encontramos los humanos. Los haplorrinos se dividen en tres grupos. Uno de ellos es el de los tarseros (Tarsiiformes); son éstos unos pequeños primates nocturnos de Filipinas, Borneo, Sumatra y otras islas del sudeste asiático, con ojos enormes, cola larguísima y tarsos muy largos en los pies para saltar. Antiguamente se agrupaban los tarseros junto con los estrepsirrinos en el suborden de los [prosimios](#). Los otros dos grupos de haplorrinos son los catarrinos (Catarrhini), entre los que se encuentra nuestra [especie](#), y los monos americanos, llamados platirrinos (Platyrrhini).

Catarrinos y platirrinos suelen agruparse bajo una denominación común que se usa más o menos informalmente, la de simios o antropoideos (técnicamente nthropeidea), a la que en el pasado se le daba la categoría de suborden. La distinción entre platirrinos y catarrinos se hace, entre otras características, de nuevo, por la forma de la nariz. Los platirrinos (que componen la Superfamilia Ceboidea) presentan los orificios nasales dispuestos en los lados de la nariz, mientras que en los catarrinos (formados por la Superfamilia Cercopitecoidea y la Superfamilia Hominoidea), estos orificios están en la región anterior (ver figura 2.1.7).

Además, mientras que los platirrininos tienen la fórmula primitiva de los primates (excepto en el caso de los titíes y tamarinos que han perdido el último molar tanto arriba como abajo), los catarrinos hemos perdido 1 premolar respecto de la fórmula dentaria del primate antepasado.



Figura 2.1.7

Los mandriles (*Papio sphinx*) son cercopitecidos, incluidos dentro de la familia de los catarrinos y presentan orificios nasales en la región anterior.

Los platirrininos son exclusivamente sudamericanos, y constituye un misterio el saber como llegaron a Sudamérica desde África, en un momento en que ambos continentes estaban ya separados por el Océano Atlántico (aunque menos extenso que en la actualidad). Dentro de los platirrininos se encuadran, entre otros, los famosos titíes, los monos aulladores, los saimiris o monos ardilla, y los monos araña (figura 2.1.8).



Figura 2.1.8 Dentro de los platirrinos se incluyen, entre otros, los monos aulladores (**género** *Alouatta*), que presentan una desproporcionada mandíbula (especialmente los machos) debido al singular superdesarrollo del aparato hiobranquial.

Los catarrinos están confinados al Viejo Mundo, casi exclusivamente a África y Asia, y pueden, a su vez, distinguirse dos grandes grupos dentro de ellos: la Superfamilia Cercopitecoidea y la Superfamilia Hominoidea, siendo estos últimos los más evolucionados; o sea, los más diferentes del antepasado común a ambos grupos.

Los cercopitecoideos se distinguen con facilidad de los **hominoideos** por que, a diferencia de éstos, conservan la cola (con la única excepción de la mona de berbería: *Macaca sylvanus*). Otro carácter específico de los cercopitecoideos lo encontramos en la morfología de sus molares, cuyas **cúspides** están pareadas. Además, presentan caras más prominentes, y su locomoción es básicamente cuadrúpeda. Los cercopitecoideos se dividen en dos **familias**: Familia *Cercopithecidae* y Familia *Colobidae*.

Los primeros son omnívoros y africanos, sus cuatro extremidades son prácticamente de la misma longitud, las colas son más cortas y las caras más prominentes. En este grupo se encuentran, entre otros, las doce **especies** de macacos, los geladas, las dos especies de mandriles, y las cuatro de papiones (también llamados babuinos). Los *Colobidae* son filófagos y mayoritariamente asiáticos (con la excepción de los colobos, que son africanos), de hábitos más arborícolas y estructura corporal más estilizadas.

Además de los colobos, dentro de este grupo puede destacarse a los langures, que viven en los contrafuertes del Himalaya.

Los **hominoideos** conforman un grupo muy homogéneo, en el que se encuentran los primates vivos de mayor talla: los gorilas, las personas, los orangutanes, los chimpancés, y los gibones. Todos los hominoideos presentan hocico retraído y una serie de adaptaciones esqueléticas a un insólito tipo de locomoción arborícola: la braquiación.

La braquiación consiste en desplazarse por las ramas colgados de los brazos, balanceando el cuerpo como si de un péndulo se tratara. Para ello, los hominoideos tenemos el tórax aplanado del pecho a la espalda, en lugar de estar comprimido lateralmente como en el resto de los primates y en general en los mamíferos cuadrúpedos. Como consecuencia, nuestros omóplatos se sitúan en la espalda, en lugar de a los lados del cuerpo. El ensanchamiento lateral del tórax también hace que la clavícula sea más larga. Todas estas modificaciones permiten una gran capacidad de movimientos del brazo por encima del nivel de los hombros, que unida a la de extender completamente los brazos y la movilidad de la muñeca hacen posible la braquiación.

Por otro lado, las manos se alargan mientras se reduce el primer dedo (el pulgar), para formar un auténtico gancho del que suspenderse. Esta modificación de la mano hace difícil a los **hominoideos** juntar las puntas de los dedos índice y pulgar. Los hominoideos tenemos además el tronco acortado en la región lumbar, con reducción del número de vértebras, lo que no nos permite arquearlo tanto como a los demás primates, pero le confiere una estructura más sólida y nos facilita el mantener el tronco erguido.

También como consecuencia de la braquiación los brazos están más desarrollados que las piernas. La proporción entre la longitud de los brazos y la de las piernas varía en los antropomorfos entre 147% en el siamang (una **especie** de gibón) y el 102% en el bonobo (o chimpancé pigmeo). Por otro lado, las manos se alargan mientras se reduce el primer dedo (el pulgar), para formar un auténtico gancho del que suspenderse. Esta modificación de la mano hace difícil a los antropomorfos juntar las puntas de los dedos índice y pulgar (ver figura 2.1.9).



Figura 2.1.9

La proporción entre la longitud de los brazos y la de las piernas en el Siamang (*Symphalangus syndactylus*) que es una especie de gibón altamente braquiador, es del 147%. Además las manos se alargan y se reduce el primer dedo.

Por supuesto que la adaptación posterior de nuestros antepasados a la marcha bípeda hizo cambiar algunas de las características que presentan los antropomorfos. En particular la pelvis y las piernas se han modificado drásticamente, la proporción entre los miembros en los humanos modernos es sólo del 72%, y el dedo gordo del pie ya no es oponible, y está alineado con el resto de los dedos. Por otro lado, en las manos se ha alargado el dedo pulgar y se ha acortado el resto de la mano, recuperándose así la habilidad para manipular objetos pequeños que los demás hominoideos han perdido en parte.

Junto a estas características, los hominoideos son los primates con desarrollos más lentos e infancias más prolongadas, y los de comportamientos más complejos; o dicho de otro modo, los más inteligentes.

Los gibones (**géneros** *Hylobates* y *Symphalangus*, respectivamente), son los hominoideos más pequeños (pesan menos de 15 Kg), viven en el extremo sudeste de Asia y son el grupo más diversificado con, al menos, cinco **especies**. Viven en parejas que permanecen juntas durante toda la vida, participando por igual ambos sexos en el cuidado de la prole y en la defensa del territorio. No existen diferencias apreciables de tamaño entre los machos y las hembras. Son los hominoideos más especializados en la braquiación, hasta el punto de que la mayor parte de su vida transcurre en las ramas y rara vez bajan al suelo.

También del sudeste asiático, los orangutanes (*Pongo pygmaeus*) presentan las diferencias más acusadas de tamaño entre los sexos de todos los hominoideos: los machos pesan el doble que las hembras (alrededor de 80 kg y 40 kg, respectivamente). Los machos viven solos en un territorio que defienden frente a otros machos. Las hembras también son territoriales y conviven con sus crías no adultas. Los territorios de varias hembras se solapan con los de un macho, pero solo se encuentran para la reproducción (ver figura 2.1.10).



Figura 2.1. 10 Cráneo de orangután (*Pongo pygmaeus*). Las diferencias de tamaño entre machos y hembras son muy acusadas en esta **especie**.

Los gorilas (*Gorilla gorilla*) son los **hominoideos** más grandes. Los machos pueden llegar a los 150kg, mientras que las hembras no sobrepasan los 100 kg; es decir una diferencia entre los sexos alomenos acusada que en el caso de los orangutanes.

Los gorilas viven en grupos formados por un macho adulto y varias hembras con sus crías. Dado su tamaño corporal, la mayor parte de su vida transcurre en el suelo, en donde se desplazan de manera cuadrúpeda apoyando en el piso las plantas de los pies y las segundas falanges de las manos. Son exclusivamente africanos. (Ver figura 11).



Figura 2.1.11 Los Gorilas (*Gorilla gorilla*) son los **hominoideos** más grandes. La diferencia de tamaño entre los sexos es muy acusada aunque algo menor que en los orangutanes.

Se conocen dos **especies** de chimpancé, el chimpancé común (*Pan troglodites*) y el chimpancé enano o bonobo (*Pan paniscus*). Ambos viven en el África occidental, estando separadas sus áreas de distribución por el curso del río Congo. Los chimpancés viven en grupos numerosos formados por varios machos adultos emparentados junto con varias hembras y sus crías. Los chimpancés son promiscuos y hay poca diferencia de tamaño entre los sexos (alrededor de 45 kg los machos y unos 35 kg las hembras). Los chimpancés suben a los árboles para acceder a los frutos, que son la base de su alimentación, y para pasar la noche. Como en el caso de los orangutanes y gorilas, los machos de los chimpancés no colaboran en el cuidado y alimentación de las crías.

Finalmente, las personas somos un tipo de **hominoideo** muy original. Nuestro tipo de locomoción bípeda es única y ha requerido una serie de adaptaciones esqueléticas que nos singularizan. También somos peculiares por la extraordinaria duración de nuestra infancia, por la extrema inmadurez de nuestros recién nacidos, nuestro gran cerebro y nuestro complejo comportamiento, que incluye una peculiaridad tan notable como es el lenguaje.

3.6 Relaciones evolutivas de los hominoideos

Tanto los datos procedentes de la [Paleontología](#), como los estudios de biología molecular, son coincidentes en señalar que todos los [hominoideos](#) compartimos un antepasado común exclusivo que vivió hace alrededor de 24 millones de años. La línea de los gibones fue la primera en desgajarse del tronco común, hace cerca de 20 millones de años. Posteriormente se separó la estirpe del orangután, hace alrededor de 14 millones de años. El último antepasado común exclusivo de los hominoideos africanos (gorilas, chimpancé y personas) vivió hace unos 7 millones de años, momento en que se originó el linaje del gorila. Finalmente las líneas evolutivas de chimpancé y humanos se separaron hace poco más de 5 millones de años.

Es decir, que el chimpancé es nuestro pariente más próximo, nuestro hermano, pero no nuestro antepasado. También merece la pena subrayar que las personas y los chimpancés estamos más estrechamente emparentados de lo que lo están el chimpancé y el gorila. Del mismo modo, chimpancé, gorilas y humanos, están más próximos evolutivamente entre sí, que cualquiera de ellos con el orangután. Los gibones son los parientes más lejanos del resto de los hominoideos. Para expresarlo en términos familiares: chimpancé y personas somos "hermanos", los gorilas son "primos hermanos", los orangutanes "primos segundos" y los gibones "primos terceros".

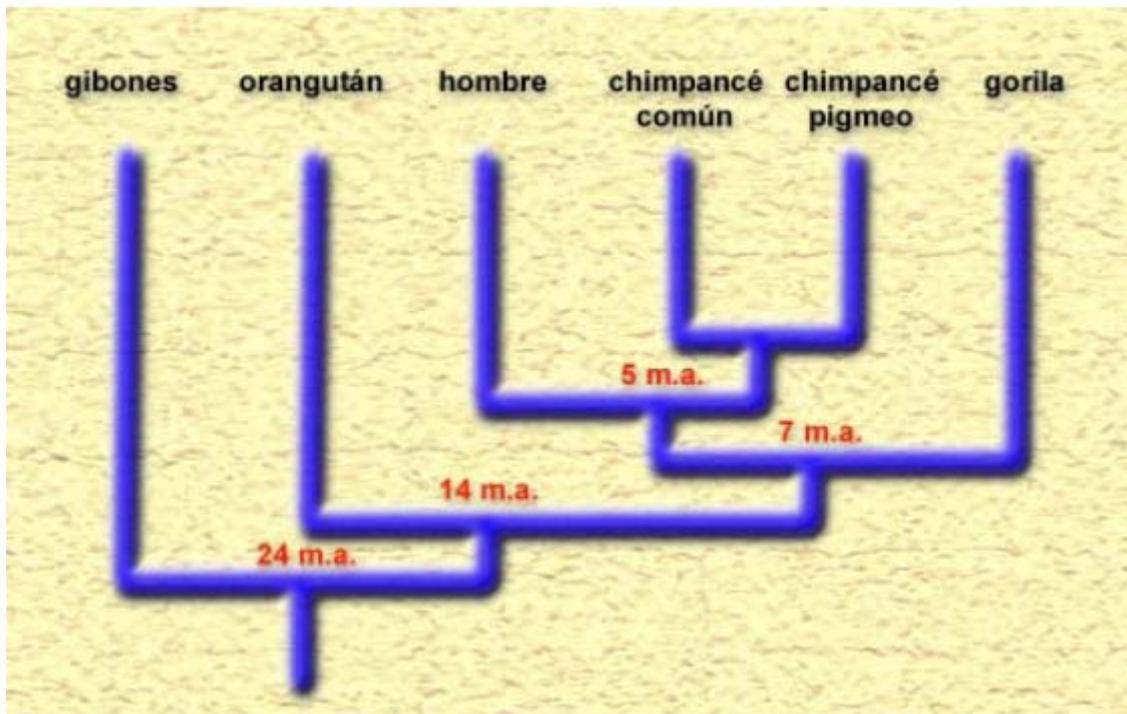


Figura 2.1.12 Relaciones evolutivas de los [hominoideos](#). Las líneas evolutivas de chimpancé y humanos se separaron hace poco más de 5 millones de años.

4. Actividades

Actividad 1

Hacer un esquema de la clasificación de los Primates que incluya:

Orden Primates

Suborden Estrepsirinos

Suborden Haplorrinos

Superfamilia Ceboidea (Platirrinos)

Superfamilia Cercopitecoidea (Catarrinos)

Superfamilia Hominoidea (Catarrinos)

y situar en cada categoría los siguientes primates actuales: Lémures, Gálagos, Loris, Potos, Tarseros, Titís, Saimiris, Mandriles, Papiones, Langures, Macacos, Geladas, Orangutanes, Gibones, Chimpancés, Gorilas y Personas.

Actividad 2

Colorear en un mapa mundi las zonas de bosque tropical y delimitar en él las áreas de distribución de: Platirrinos, Estrepsirinos, Cercopitecoideos y **Hominoideos** (excluidas las personas).

Actividad 3

Componer la **fórmula dental** del Primate ancestral, Estrepsirinos, Platirrinos y Catarrinos. Deducir los pasos evolutivos seguidos para llegar a la fórmula dental de cada grupo y ordenarlos de más primitivo a más evolucionado.

Actividad 4

Colorear sobre un esqueleto humano los huesos del cuerpo que han sufrido adaptaciones a la braquiación, y aquellos que han sufrido modificaciones para la marcha bípeda.

Actividad 5

Utilizando la superficie de un círculo como símbolo del tamaño corporal, dibujar los círculos correspondientes a los dos sexos de orangutanes, chimpancés, gorilas y personas (averiguar el peso promedio de un varón y una mujer, utilizando los pesos de diez personas conocidas de cada sexo).

Actividad 6

Dibujar el árbol evolutivo de los Hominoideos.

5. Autoevaluación

1) Los primates forman un grupo caracterizado por su adaptación a:

1. Una dieta variada.
2. La vida en el bosque tropical.
3. Tener un número reducido de crías.
4. La Sociabilidad.

2) Nombrar dos características de los primates que sean primitivas y otras dos que sean evolucionadas.

3) Los dos subórdenes del Orden Primates son:

1. Estrepsirrinos y Catarrinos.
2. Simios y Prosimios.
3. Prosimios y Antropoideos.
4. Estrepsirrinos y Haplorrinos.

4) La principal diferencia entre Haplorrinos y Estrepsirrinos estriba en:

1. La disposición de los orificios nasales.
2. El número de molares.
3. El número de premolares.
4. La presencia de rinario.

5) Se conoce como Simios al conjunto formado por:

1. Todos los primates.
2. Platyrrinos y Catarrinos.
3. Catarrinos.
4. Haplorrinos.

6) El presentar los ojos frontalizados y visión estereoscópica es una característica de:

- 1.- Todos los primates.
- 2.- Platyrrinos y Catarrinos.
- 3.- Hominoideos.
- 4.- Haplorrinos.

7) Explicar porqué no hay primates en Australia.

8) Los Platyrrinos y los Catarrinos se diferencian por:

1. Qué cada grupo vive en una región del globo.
2. Los Platyrrinos presentan rinario y los Catarrinos no.
3. La disposición de los orificios nasales.
4. Los Platyrrinos han perdido un molar, respecto de la fórmula dental del Primate ancestral.
5. Los Catarrinos han perdido la cola.

9) Nombrar los Hominoideos (con exclusión de las personas) asiáticos y los africanos.

10) Los Catarrinos son un grupo formado por:

1. Por los Ceboideos y los Antropoideos.
2. los Cercopitecoideos y los Hominoideos.
3. Los Tarseros y los Estrepsirrinos.
4. Los Tarseros y los Ceboideos.

11) Los Hominoideos son un grupo adaptado a:

1. La vida en el suelo.
2. La vida social.
3. Un tipo especial de locomoción llamado braquiación.
4. Una dieta folívora.

12) Explicar dos adaptaciones a la braquiación.

13) Ordenar los distintos Hominoideos (con la excepción de las personas) por el grado de dimorfismo sexual (diferencia de tamaño entre los sexos).

14) Señalar el modo de relación entre machos y hembras en los Hominoideos (con la excepción de las personas).

15) ¿Cuáles son los Hominoideos que presentan un parentesco evolutivo más estrecho?

- 1.- Gorilas y Chimpancés.
- 2.- Orangutanes y Gibones.
- 3.- Personas y Chimpancés.
- 4.- Gorilas, Chimpancés y Orangutanes.

6. Soluciones Autoevaluación:

1) Los primates forman un grupo caracterizado por su adaptación a:

2. La vida en el bosque tropical.
4. La Sociabilidad.

2) Nombrar dos características de los primates que sean primitivas y otras dos que sean evolucionadas.

* Primitivas: Presencia de clavículas, pentadactilia, el número de molares, la morfología de los molares.

* Evolucionadas: Pulgar oponible, presencia de uñas planas.

3) Los dos subórdenes del Orden Primates son:

4. Estrepsirinos y Haplorrinos.

4) La principal diferencia entre Haplorrinos y Estrepsirinos estriba en:

4. La presencia de rinario.

5) Se conoce como Simios al conjunto formado por:

2. Platirinos y Catarrinos.

6) El presentar los ojos frontalizados y visión estereoscópica es una característica de:

- 2.- Platirinos y Catarrinos.

7) Explicar porqué no hay primates en Australia.

La ausencia de primates en Australia se debe, no a factores ecológicos, sino históricos: Australia se separó del resto de los continentes antes de la aparición de los primates.

8) Los Platirinos y los Catarrinos se diferencian por:

3. La disposición de los orificios nasales.

9) Nombrar los Hominoideos (con exclusión de las personas) asiáticos y los africanos.

* Asiáticos: gibones y siamangs;

Africanos: chimpancés y gorilas.

10) Los Catarrinos son un grupo formado por:

2. los Cercopitecoideos y los Hominoideos.

11) Los Hominoideos son un grupo adaptado a:

3. Un tipo especial de locomoción llamado braquiación.

12) Explicar dos adaptaciones a la braquiación.

Alargamiento de los brazos y reducción de la longitud de las piernas.

Cambio en la situación de las escápulas (omóplatos), en la espalda en vez de en los lados del cuerpo.

Acortamiento del tronco.

Aplanamiento del pecho en sentido dorso-ventral y alargamiento de las clavículas.

Acortamiento de los pulgares de las manos y alargamiento de los demás dedos para formar un "gancho".

13) Ordenar los distintos Hominoideos (con la excepción de las personas) por el grado de dimorfismo sexual (diferencia de tamaño entre los sexos).

* Orangután > Gorila > Chimpancé > Gibón

14) Señalar el modo de relación entre machos y hembras en los Hominoideos (con la excepción de las personas).

* Gibones: monogamia; Gorilas y Orangutanes: formación de harenes; Chimpancés: promiscuidad.

15) ¿Cuáles son los Hominoideos que presentan un parentesco evolutivo más estrecho?

3.- Personas y Chimpancés.

Unidad 2, La historia de los primates



Cráneo de *Aegyptopithecus zeuxis* de El Fayum

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Los primates arcaicos: los plesiadapiformes**
- 3.2 Los primeros primates de tipo moderno: adápidos y omomíidos**
- 3.3 Los primeros simios**
- 3.4 Primates marineros: los platirrinos**
- 3.5 Origen y evolución de los hominoideos**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

Para la correcta comprensión de este tema es necesario conocer los contenidos de los temas "El oficio de Paleoantropólogo", "El Hombre entre los Primates" y "La medida del tiempo". Especialmente, los referidos a las características básicas y la clasificación de los primates ("El Hombre entre los Primates"), el método cladista de establecimiento de relaciones filogenéticas ("El oficio de Paleoantropólogo"), y los periodos y épocas del Cenozoico ("La medida del tiempo").

1.2 Objetivos didácticos

Los objetivos específicos son los que siguen:

- Conocer el nombre, el Periodo geológico en que vivió y la antigüedad de la **especie** de primate más antigua representada en el registro fósil.
- Situar a *Purgatorius ceratops* dentro del suborden de los Plesiadapiformes.
- Relacionar los plesiadapiformes con el resto de los primates, conociendo los conceptos de "Primates arcaicos" y Euprimates.
- Conocer la época en que aparecen en el registro fósil los euprimates.
- Reconocer a adápidos y omomíidos como los primeros euprimates.
- Conocer un caracter derivado de los estrepsirrininos presente en los adápidos.
- Reconocer a los omomíidos como posibles antepasados de los tarseros.
- Conocer la importancia del yacimiento egipcio de EL Fayum en el estudio del origen de los simios, situandolo en el tiempo.
- Reconocer a los parapitécidos de El Fayum como los simios más antiguos conocidos.
- Conocer la **fórmula dental** de los parapitécidos.
- Reconocer a los propliopitécidos de El Fayum como los catarrinos más antiguos conocidos.
- Conocer la **especie** *Aegyptopithecus zeuxi* como representante de los propliopitécidos.
- Conocer la fórmula dental de los propliopitécidos.
- Situar temporal y geográficamente el origen de los **hominoideos**.
- Reconocer al **género** *Proconsul* como al hominoideo fósil más antiguo conocido.
- Conocer y situar en el tiempo los momentos de expansión y regresión de los hominoideos.
- Reconocer al género *Morotopithecus* como al hominoideo fósil más antiguo conocido con un plan corporal similar al de los hominoideos vivientes.
- Conocer el momento del pasado en que se produjo la expansión de los hominoideos fuera de África.
- Conocer los géneros *Dryopithecus*, *Ouranopithecus* y *Sivapithecus* como representantes de los hominoideos extraafricanos del Mioceno medio.

- Situar al antiguo género *Ramapithecus* dentro del género *Sivapithecus*.
- Conocer la relación evolutiva de *Sivapithecus* con la estirpe del orangután.
- Reconocer al género *Ouranopithecus* como al posible último antepasado común conocido de gorilas, chimpancés y humanos.
- Conocer los momentos en que se escindieron del tronco evolutivo común de los hominoideos las líneas evolutivas de gibones, orangutanes y gorilas.
- Situar en el tiempo al último antepasado común de chimpancés y personas.
- Conocer la antigüedad, la situación geográfica y el modo de vida de *Dryopithecus layetanus*.
- Conocer la antigüedad, la situación geográfica y el modo de vida de *Gigantopithecus blacki*.

1.3 Lecturas recomendadas

Conroy, G (1990). Primate Evolution. Nueva York, W.W. Norton.

Fleagle, J. (1998). Primate Adaptation and Evolution. San Diego, Academic Press.

Jones, S., Martin, R. Y Pilbeam, D. (1992). The Cambridge Encyclopedia of Human Evolution, Cambridge University Press, Cambridge, .

Le Gros Clark, W. (1969). The Antecedents of Man. Chicago, Quadrangle.

Martin, R. D. (1990). Primate origins and evolution. A phylogenetic reconstruction. London, Chapman and Hall.

Napier, J. and Napier, J. (1985). The Natural History of Primates. Londres, British Museum (Natural History).

Tattersall, I., Delson, E., y Van Couvering, J. (1988). Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory, Garland, Nueva York.

2. Resumen del tema

En este tema se cuenta de la historia evolutiva de los primates, empezando por su origen en el Mesozoico y posterior diversificación en el Paleoceno. Los primeros primates, los plesiadapiformes, son muy arcaicos y claramente diferentes de todos los primates vivos. En la siguiente época del Cenozoico, el Eoceno, aparecen, en una nueva radiación evolutiva, los primates de tipo moderno, con dos grandes grupos: los adápidos y los omomíidos. Sin embargo, sus relaciones con los dos grandes grupos de primates actuales, los estrepsirrinos y los haplorrinos, es objeto de discusión.

También en el Eoceno debieron surgir los simios o [antropoideos](#), aunque su registro no empieza a ser amplio hasta la siguiente época cenozoica, el Oligoceno, cuando se produce su diversificación. Los catarrinos y los platirrinos, los dos subgrupos dentro de los simios, se separan también en esta época, en la que tiene lugar la llegada de los primates a América del Sur, entonces una gran isla. En el Mioceno aparecen en el registro fósil los dos grandes subgrupos de catarrinos, los [hominoideos](#) y los cercopitecoideos. Los hominoideos son muy variados y abundantes durante el Mioceno inferior y medio, y en la primera parte del Mioceno superior, pero empieza su declive hace unos 7 millones de años, mientras que los cercopitecoideos se diversifican cada vez más y los sustituyen en los ecosistemas. Hacia el final del Mioceno aparece en África un nuevo tipo de hominoideo: los [homínidos](#).

3. Desarrollo del Tema

3.1 Los primates arcaicos: los plesiadapiformes

El fósil más antiguo conocido que podría ser de un primate es un molar de finales del Cretácico, último período del Mesozoico, o Era Secundaria. Tiene unos 66 millones de años (en adelante abreviado como m.a.) y procede de Montana en los Estados Unidos de América. Fue bautizado como *Purgatorius ceratops* por ser contemporáneo del famoso dinosaurio de tres cuernos o *Triceratops*. Como el registro fósil es en general bastante incompleto, en la mayor parte de los casos los primeros representantes fósiles son muy posteriores al verdadero origen de su grupo, por lo que es razonable pensar que en realidad los primates aparecieron bastante antes de finales del Cretácico. Así pues, los primates se incluyen entre los grupos de mamíferos que empezaron su andadura evolutiva discretamente en el Mesozoico, y que luego se beneficiaron de la catástrofe, quizás de origen extraterrestre, que produjo la extinción de los dinosaurios al final de esta era, y dejó el campo libre a los pequeños mamíferos. La siguiente era, el Cenozoico, ha sido la suya.

El *Purgatorius* se asigna al grupo (suborden) de los plesiadapiformes. Hay varias mandíbulas y numerosos dientes sueltos de *Purgatorius* del Paleoceno de Norteamérica, y así ha podido establecerse que la fórmula dentaria (al menos la de la dentición inferior) era la primitiva de los mamíferos con 3 incisivos, 1 canino, 4 premolares y 3 molares en cada lado.

Los plesiadapiformes son los únicos primates fósiles de la primera época del Cenozoico, el Paleoceno (entre hace 66 y 55 m. a.), en el cual se diversificaron en numerosas líneas, produciendo al menos 75 especies. En los ecosistemas paleocenos los plesiadapiformes eran unos mamíferos muy abundantes. Los últimos plesiadapiformes se extinguieron en la siguiente época o Eoceno (entre hace unos 55 y 36 m.a.). El hecho de que se hayan encontrado plesiadapiformes en Norteamérica y Europa indica que los dos continentes estuvieron unidos antes de que la formación del Océano Atlántico los separase completamente. También ha habido a lo largo del Cenozoico conexiones ocasionales entre Asia y Norteamérica por la zona del estrecho de Bering.

Es un tema objeto permanente de polémica el de si los plesiadapiformes deben considerarse o no auténticos primates. La fórmula dentaria de los primeros plesiadapiformes era como la de muchos primates actuales, con 2 incisivos, 1 canino, 3 premolares y 3 molares en cada lado del maxilar y de la mandíbula. Además la morfología de las coronas de los molares se aproxima a la de los primates en que hay una cierta reducción en el relieve de las cúspides, que al ser más bajas que en los insectívoros mostrarían un cambio hacia una alimentación basada, al menor parcialmente, en productos vegetales. Lo que se conoce del esqueleto postcranial de los plesiadapiformes indica que eran formas arborícolas como los primates, con algunas sugestivas semejanzas morfológicas entre ambos grupos, aunque no definitivas como para unirlos definitivamente.

En cambio, su cráneo presentaba órbitas abiertas, y no limitadas por un anillo óseo lateral o por una pared posterior, mientras que hay anillo o pared en las órbitas de todos los primates vivos y en todos los grupos fósiles posteriores a los plesiadapiformes. En realidad no hay en el cráneo de los plesiadapiformes ningún rasgo definitivamente de primate. Además, no parece que presentaran uñas planas ni un primer dedo del pie oponible como tienen la totalidad de los primates que existen hoy en día.

En todo caso, se considera que los plesiadapiformes son el grupo que está evolutivamente más próximo al conjunto de los primates vivos, quienes a su vez forman un grupo natural, con un antepasado común exclusivo. Algunos autores proponen que los primates se dividan en dos grandes categorías, los plesiadapiformes o "primates arcaicos" y los demás primates o euprimates. Las familias de plesiadapiformes son los plesiadápidos (Plesiadapidae), los carpoléstidos (Carpolestidae), los paramomíidos (Paramomyidae), que llegaron hasta el Eoceno final, los picrodóntidos (Picrodontidae) y los microsioyopidos (Microsyopidae).

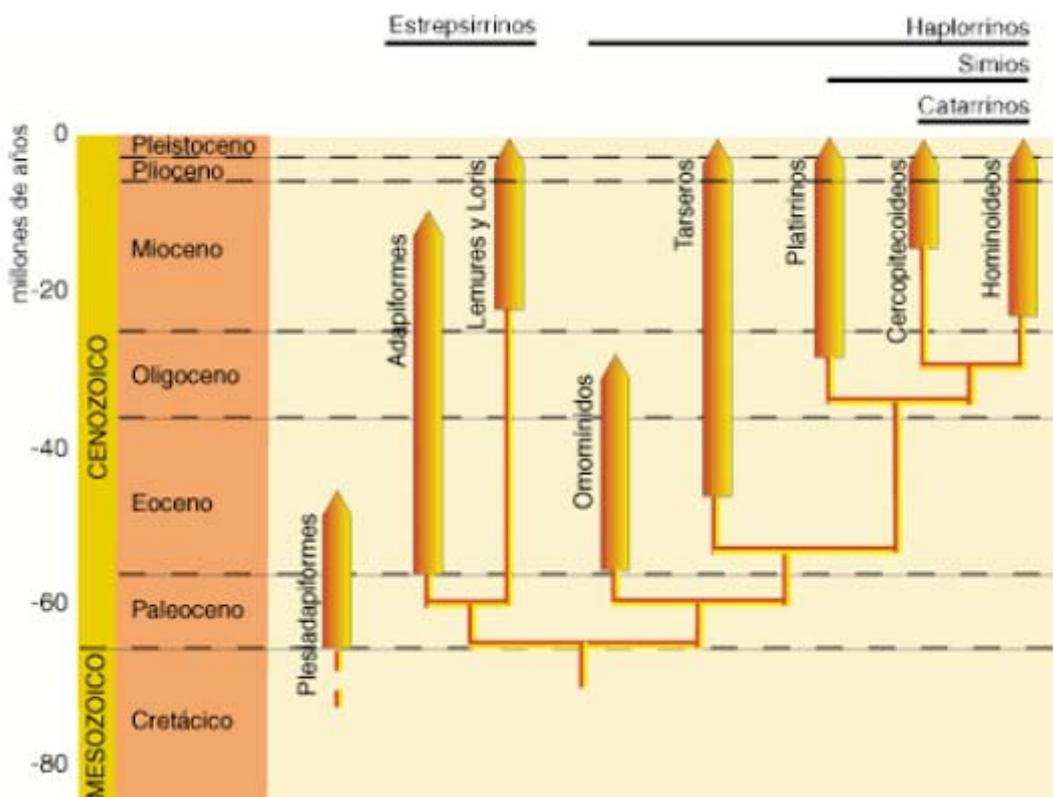


Figura 2.2.1 Esquema evolutivo de los principales grupos, actuales y fósiles, de primates.

3.2 Los primeros primates de tipo moderno: adápidos y omomíidos

Los euprimates aparecen en el registro fósil en el Eoceno (época comprendida entre hace 55 y 36 m.a.), estando representados por dos grandes grupos, los adápidos ([Familia Adapidae](#)) y los omomíidos ([Familia Omomyidae](#)), ambos de Eurasia y Norteamérica.

Los adápidos presentan ya una barra ósea postorbitaria, como la de los estrepsirinos vivos, y un cerebro mayor que el de los plesiadapiformes. Muchos autores piensan que los adapiformes eran realmente estrepsirinos, como los lémures y loris actuales. Es verdad que tenían un parecido superficial con los actuales representantes del grupo, pero no se puede afirmar rotundamente que fueran sus ancestros directos, porque esa semejanza se debe sobre todo a que los actuales estrepsirinos conservan muchos rasgos primitivos, como la barra ósea postorbitaria y el morro largo, que no son rasgos derivados únicos de los estrepsirinos (o, en otras palabras, no representan especializaciones o novedades evolutivas exclusivas del grupo de los estrepsirinos). Seguro que los antepasados de los haplorrinos también mostraban esos caracteres primitivos. La fórmula dentaria de los primeros adápidos constaba de 2 incisivos, 1 canino, 4 premolares y 3 molares en cada lado del maxilar y de la mandíbula. A partir de esta dentición, todos los primates actuales han perdido un premolar (como en el caso de los estrepsirinos) y algunos dos premolares (todos los catarrinos: monos del Viejo Mundo o cercopitecoideos y grandes monos u [hominoideos](#)).

El principal problema para establecer las relaciones evolutivas entre los adápidos y los estrepsirinos vivos es que estos últimos se distinguen de los demás primates actuales sobre todo por presentar muchos rasgos arcaicos ([plesiomorfías](#) en la terminología de la escuela [cladística](#)) y no se han detectado muchos caracteres derivados exclusivos que permitan establecer una diagnosis cladística. Si no se pueden definir bien los grupos actuales, es casi imposible establecer quiénes fueron sus antepasados.

No obstante, se suelen mencionar dos [apomorfías](#) (rasgos derivados exclusivos) que aislarían a los estrepsirinos como un grupo natural o monofilético (o sea, completo y con un sólo origen): el peine dental (la más importante especialización a efectos filogenéticos) y la garra de aseo. Los lémures y loris tienen una disposición muy peculiar de los cuatro incisivos y de los dos caninos inferiores, que se alargan, estrechan y proyectan horizontalmente para formar lo que se denomina el peine dental, usado tanto para el aseo como para la alimentación. Sin embargo, los adápidos carecen de esa especialización que los vincularía evolutivamente, fuera de toda duda, con lémures y loris. Los estrepsirinos también tienen una especialización en la uña del segundo dedo del pie, que forma la llamada garra de aseo (en los tarseros hay garras de aseo en los dedos segundo y tercero). Afortunadamente, en el yacimiento alemán de Messel, donde se han conservado maravillosamente muchos animales del Eoceno, se ha encontrado la parte posterior de un esqueleto de adárido que consiste en la cadera y las dos patas. Al parecer el segundo dedo del pie portaba una garra de aseo.

Éste es un rasgo que sugiere una relación evolutiva entre los adápidos del Eoceno y los estrepsirrinos modernos, pero sigue sin estar nada claro cómo del grupo fósil surgieron las formas actuales con peine dental.

Las subfamilias de los adápidos son: Notarctinae, Adapinae y Sivaladapinae. Los sivalapinos son un conjunto de fósiles que llegaron en Asia (India, Pakistán y China) hasta el Mioceno final. Parecen ser adápidos, si bien su origen y su relación con las otras subfamilias del grupo es oscura; aunque se sabe muy poco de los sivalapinos, resulta sorprendentemente que estos adápidos, representantes después de todo de un grupo tan antiguo de primates, llegaran a convivir en Asia con los [hominoideos](#), que se originaron muchísimo más tarde.

Aunque la mayoría de los omomíidos tenían una fórmula dentaria con 2 incisivos, 1 canino, 3 premolares y 3 molares en cada lado del maxilar y de la mandíbula, algunos portaban todavía cuatro premolares. Muchos autores consideran a los omomíidos como antepasados de los tarseros, pero esta relación tampoco es segura. Por ejemplo, en los estrepsirrinos el rinario (el área de piel desnuda que rodea las aberturas nasales) se asocia a la presencia de un espacio entre los incisivos centrales superiores. En cambio, en los haplorrinos vivos, como los tarseros y nosotros mismos, no existen ni el rinario ni el espacio entre los incisivos. Los omomíidos aún presentan ese espacio entre los incisivos, por lo que en principio no se les puede considerar haplorrinos, aunque es posible que la pérdida del rinario ya se hubiese producido y la desaparición del espacio entre los incisivos centrales superiores se produjera más adelante. Una característica muy importante de los tarseros es que presentan un tabique postorbitario, que hace que la órbita sólo se abra sólo por delante; este rasgo es, por otro lado, común a todos los haplorrinos.

Además, los omomíidos tenían unas órbitas muy grandes, aunque no tanto como los tarseros actuales, y, a diferencia de los adápidos, hocicos cortos. Las enormes órbitas de los tarseros se deben a que, como todos los haplorrinos, carecen de *tapetum lucidum* (una adaptación de la retina a la visión de noche que presentan muchos mamíferos), y sin embargo llevan vida nocturna, por lo que han agrandado enormemente el tamaño de sus globos oculares para maximizar sus posibilidades de captar una luz que es muy escasa. La pérdida del *tapetum lucidum* es una [apomorfía](#) (especialización) de los haplorrinos. El tamaño de las órbitas de los adápidos no es tan grande como en los tarseros, y se aproxima al de los estrepsirrinos vivos de vida nocturna. Así es que quizás los omomíidos tuvieran *tapetum lucidum*, como los estrepsirrinos. Como se puede ver, hay grandes dificultades para establecer las relaciones evolutivas entre los grupos de mamíferos actuales (en este caso los primates) y grupos fósiles originados hace decenas de millones de años. Los omomíidos se dividen en tres subfamilias: Anaptomorphinae, Omomyinae y Microchoerinae.

Formas fósiles al parecer muy cercanas a los tarseros vivos se han recuperado recientemente en el Eoceno de China, el Oligoceno de Egipto y el Mioceno de Tailandia.

3.3 Los primeros simios

Si en el Paleoceno y en el Eoceno los fósiles de primates vienen de Eurasia y norteamérica, en la siguiente época del Cenozoico, el Oligoceno (36 a 25 m.a.), apenas hay fósiles que procedan del hemisferio norte, y el protagonismo corresponde por completo a África, donde brilla con luz propia un lugar extraordinariamente importante en la historia de los primates y de otros mamíferos. Es el yacimiento de El Fayum, en Egipto. Aquí, en la famosa Formación Jebel Qatrani, se han encontrado numerosos fósiles, la mayoría de 36 a 32 m.a. de antigüedad, que indican que por entonces ya se había producido una amplia diversificación de los simios o [antropoideos](#) (categoría más o menos informal dentro de los primates formada por los platirrinos y los catarrinos). Aunque la depresión de El Fayum es hoy en día desértica, a principios del Oligoceno fue una selva tropical.

El término que se opone a simio es el de [prosimio](#), y se ha utilizado clásicamente para referirse a todos los primates que no son platirrinos ni catarrinos. A los prosimios se les llamaba también primates inferiores, y a los simios, primates superiores, dando así a entender que se trataba de dos grados evolutivos sucesivos, más primitivo el de los prosimios y más evolucionado el de los simios. Sin embargo, hoy en día se piensa que los tarseros están más próximos de los simios que de los lémures y los loris, y por eso se agrupan juntos tarseros y simios en la categoría de los haplorrinos, y los lémures y loris en la de los estrepsirrinos. Podría darse el caso de que los haplorrinos no fueran después de todo un grupo natural, aunque esta última postura es hoy francamente muy minoritaria.

El origen de los simios es totalmente oscuro, pero si entre los omomíidos estaban los antepasados más antiguos de los tarseros, entonces los primeros simios (también haplorrinos como los tarseros) deberían de ser formas más o menos próximas a los omomíidos. Hay algunos fósiles del Eoceno de Asia (China y Birmania), datados en 45-40 m.a., y del norte de África, de hace entre 55 m.a. y 40 m.a., que algunos autores consideran antepasados directos de los simios (protosimios o protoantropoideos), si no ya propiamente simios (aunque otros los ven simplemente como omomíidos). Así y todo sigue habiendo autores que, desciendan o no los tarseros de los omomíidos, mantienen que los simios proceden de los adápidos.

Los primeros simios seguros, hoy por hoy, son los de El Fayum. Algunos de ellos pertenecen a un grupo, el de los parapitécidos ([Familia](#) Parapithecidae), que se originó probablemente antes de que se separaran los platirrinos de los catarrinos; otros, los propliopitécidos (Propliopithecidae), ya son catarrinos, aunque lo más prudente es no encuadrarlos en ninguno de sus dos grandes grupos, monos del Viejo Mundo (o cercopitecoideos) y [hominoideos](#), porque es casi seguro que estos primates de El Fayum surgieron antes de la separación de las dos líneas.

Los parapitécidos (agrupados en los **géneros** *Parapithecus*, *Qatrania* y *Apidium*) tenían una **fórmula dental** del tipo 2/2; 1/1; 3/3; 3/3, que probablemente es la primitiva para los simios y ha sido conservada por los platirrinos (aunque algunos de éstos han perdido el tercer molar); curiosamente una **especie** del género *Parapithecus* (*P. grangeri*) suprimió los dos incisivos inferiores, un caso único entre los primates.

Los propliopitécidos de El Fayum se asignan a un sólo género (*Propliopithecus*), aunque hay autores que distinguen otro género con una única especie: *Aegyptopithecus zeuxis*. La fórmula dental del grupo es la de los catarrinos: 2/2; 1/1; 2/2; 3/3. Se les ha clasificado frecuentemente entre los hominoideos, especialmente por la configuración de las coronas de sus molares, que se parecen más a las de los grandes monos (y humanos) que a las de los monos del Viejo Mundo. Los propliopitécidos carecen del diseño bilofodonto de los cercopitecoideos, caracterizado por dos crestas transversales que unen las **cúspides** por pares. Sin embargo, hoy en día es generalmente aceptada la teoría de que el diseño bilofodonto es derivado, mientras que el de los propliopitécidos y el de los **hominoideos** es el primitivo. Desde que se popularizó la escuela cladista se acepta universalmente la idea de que los caracteres primitivos (las **plesiomorfías**) no deben intervenir en el análisis filogenético; el dogma central de esta escuela es que sólo los caracteres derivados (las **apomorfías**) indican una ascendencia común para dos taxones.



Figura 2.2.2 Cráneo de *Aegyptopithecus zeuxis* de El Fayum.

La diversidad de **especies** que se observa en el Oligoceno de El Fayum corresponde a una radiación evolutiva que sigue a la aparición de un tipo nuevo de organismo, con un diseño revolucionario y que tiene éxito, "explotando" luego en un gran número de formas, meras variantes de un mismo plan corporal. En este caso se trata de los simios, pero antes se habían producido dos radiaciones evolutivas de primates. La primera ocurrió en el Paleoceno, con la "explosión" de los primates arcaicos, los plesiadapiformes, y la segunda tuvo lugar en el Eoceno, cuando se diversificaron los primates de tipo moderno: los adápidos y los omomíidos.



Figura 2.2.3 Reconstrucción del *Aegyptopithecus zeuxis* de El Fayum.

3.4 Primates marineros: los platirrinos

El registro fósil de los primates, tal y como es conocido en la actualidad, se limita durante el Paleoceno a tan sólo el Norteamérica y Eurasia, y casi no hay fósiles africanos en el Eoceno, por lo que nos falta por conocer una parte muy importante de la historia evolutiva de los primates, la que se desarrolla en África. Porque en algún momento, que no conocemos con exactitud, tuvieron que alcanzar el continente africano por primera vez. Tal vez lo hicieran por una conexión terrestre temporal, tal vez en una navegación de fortuna a bordo de una balsa natural, ya que África fue durante el Paleoceno y el Eoceno una gran isla, como también lo era Sudamérica (que a su vez estaba conectada a la Antártida). En el caso de Madagascar, los antepasados de los primates que la pueblan ahora (del tipo de los lémures, los indris y el aye-aye) no pudieron llegar más que cruzando el mar en una travesía forzosa; Madagascar está separada del continente africano desde hace más de 100 m.a.

Cuando se estableció el istmo de Panamá, hace entre tres y tres y medio millones de años, los mamíferos de Norteamérica entraron por ese pasillo de tierra en Sudamérica. Al llegar, se encontraron con una fauna de mamíferos de características muy peculiares, fruto del aislamiento en que había permanecido Sudamérica durante muchos millones de años. Entre estos "viejos" mamíferos sudamericanos se encontraban los antepasados de los actuales osos hormigueros, armadillos y perezosos (Orden Edentata o de los desdentados), junto con otros grupos que no tienen representantes vivientes. Algunos desdentados eran muy grandes, como los megaterios y los gliptodontes, y no les fue tan mal en el intercambio de faunas que siguió al levantamiento del istmo de Panamá, ya que se entendieron por América del Norte. En cambio, todos los antiguos carnívoros sudamericanos eran marsupiales, y hoy no queda ninguno: fueron sustituidos por los carnívoros placentados venidos del norte. Pero entre los mamíferos del continente-isla había dos grupos que no eran autóctonos: el de los platirrinos y el de los roedores caviomorfos (el grupo de las cobayas, capibaras, chinchillas, vizcachas, etc.). Los platirrinos están emparentados con los catarrinos del Viejo Mundo, y los roedores caviomorfos lo están con los roedores africanos del grupo de los puercoespines (los histicomorfos) ¿Cómo habían llegado hasta allí, unos y otros? Éste es un misterio ante el que difícilmente podemos hacer algo más que especular.

Los simios forman un grupo natural (monofilético), lo que quiere decir que todos (platirrinos y catarrinos) tienen un único antepasado común, o dicho en otros términos, que han aparecido sólo una vez y en un sólo lugar. Dado que en Norteamérica no se han encontrado nunca fósiles de simios, no parece fácil que pudieran proceder de allí (donde habrían tenido que evolucionar a partir de los omomíidos locales). Por lo que se sabe, en Norteamérica y en Europa los únicos primates que han existido durante el Paleoceno y el Eoceno eran "prosimios" (plesiadapiformes, adápidos y omomíidos); en Norteamérica pervivieron hasta el Oligoceno, época de la que no se conocen primates fósiles en Europa.

Además, incluso aunque en algún momento los simios hubieran habitado América del Norte, habrían tenido que salvar la distancia de mar que la separaba de América del Sur, que era considerable, y más o menos comparable a la que separaba por aquel entonces América del Sur de África. Por otro lado, las corrientes marinas este-oeste del Caribe de entonces (sin istmo de Panamá) no debían de ser nada favorables. También se ha propuesto una vía desde África a través de la Antártida, aún no helada y todavía conectada a América del Sur (pero no a África). Sin embargo no se sabe nada de la fauna que habitaba la Antártida en esa época. Quéda como única alternativa aceptable la de un origen africano a través del Atlántico. El platirrino más antiguo conocido hasta la fecha es *Branisella boliviana*, con cerca de 27 m.a. de antigüedad. La expansión del Océano Atlántico había alcanzado entonces proporciones próximas a las actuales, pero emergían quizás algunos grupos de islas entre medias, de forma que una navegación accidental desde África por al menos una pareja de primates en una balsa formada por árboles trabados de forma natural, podría haber sido viable. En las grandes tormentas tropicales, árboles enteros de la jungla caen a los ríos, como si un trozo de la selva, con animales y todo, fuera arrojado a la corriente fluvial y por ahí llegase hasta el mar. Tal vez eso fue lo que les ocurrió a los primates y a los roedores caviomorfos. Si luego soplaron vientos favorables y las corrientes marinas empujaron la isla flotante, si llovió durante la travesía para que los animales tuvieran agua dulce que beber, y si en los árboles tronchados y trabados formando una gigantesca almadía había hojas y frutos que comer, quizás fuera posible llegar a América.

3.5 Origen y evolución de los hominoideos

Durante el Mioceno, la época que sigue al Oligoceno y que extiende entre hace 24 y hace 5 m.a., en el continente africano surgieron los **hominoideos**, el grupo al que pertenecemos junto con los antropomorfos o grandes monos. Los primeros fósiles, del Mioceno inferior del este de África, se asignan al **género Proconsul** y rondan los 23 m.a. Luego hay una gran variedad de formas de hominoideos fósiles entre hace 20 y 17 m.a. (es decir, dentro del Mioceno inferior africano), que indican que otra vez se produjo una gran radiación después de la aparición de una forma nueva de primate. La diversificación continuó en el Mioceno medio y primera parte del Mioceno superior en África, Europa y Asia. Sin embargo, la superfamilia de los hominoideos entró en franca regresión a continuación, en la segunda parte del Mioceno superior (desde hace 7 m.a.), reduciéndose su área de distribución (con desaparición completa del grupo en Europa) y perdiendo gran parte de su diversidad taxonómica, decadencia que no se ha detenido hasta nuestros días (con excepción naturalmente de los **homínidos**, que desde su centro de origen africano se extendieron a todo el mundo).

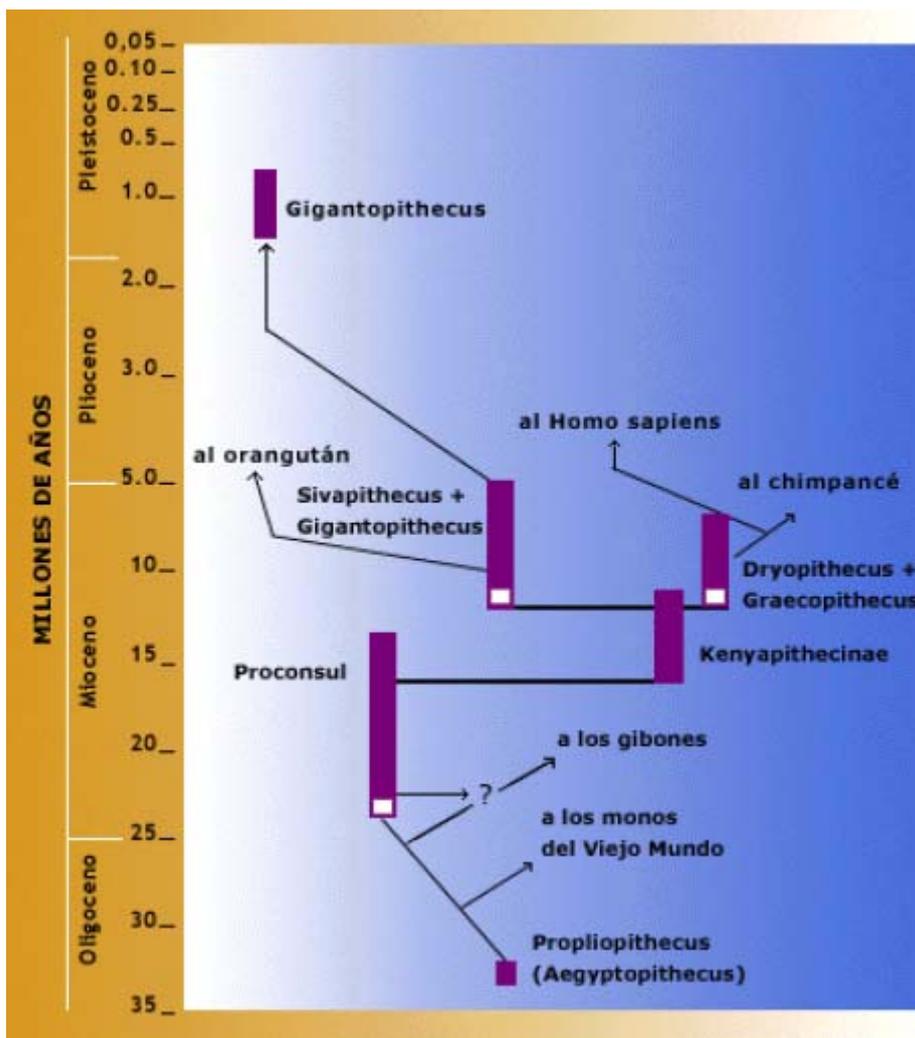


Figura 2.2.4 Esquema evolutivo de los **hominoideos** según Eric Delson.

La fórmula dentaria de los hominoideos es siempre la misma que la de los cercopitecoideos y propliopitécidos: 2/2; 1/1; 2/2; 3/3. No ha habido pérdida de piezas, salvo en nuestra **especie**, donde con frecuencia hay agenesia (no formación) del tercer molar, o no llega a erupcionar nunca. Entre los procónsules hubo tres especies con tamaños corporales distintos: *P. major*, en torno a los 50 kg, *P. nyanzae*, de unos 25 kg y *P. africanus* de 15 a 20 kg.

Posteriores a *Proconsul* y claramente más relacionados con los antropomorfos y el hombre son *Morotopithecus*, *Afropithecus* y *Kenyapithecus*. Se han encontrado fósiles de estos cuatro **géneros** datados entre hace 23 y 12 m.a. Hay autores que reconocen muchos más géneros de **hominoideos** africanos del Mioceno inferior y medio de África; debido a la explosión de formas que siguió a la aparición del grupo la taxonomía es muy complicada.

A juzgar por los restos del esqueleto postcraneal (esqueleto del cuerpo), no parece que *Procónsul* presentara las adaptaciones locomotoras características de los modernos hominoideos para suspenderse de los brazos. Por ejemplo, los brazos eran un poco más cortos que las piernas en *Proconsul africanus*. Tampoco esta especie, la mejor conocida del género, tenía un gran cerebro en relación a su tamaño. Una gran **encefalización** es un rasgo propio de los grandes antropomorfos, pero el cerebro del *Proconsul africanus* no era superior al de un cercopitecoideo actual de su talla.



Figura 2.2.5 Cráneo de *Proconsul africanus*.

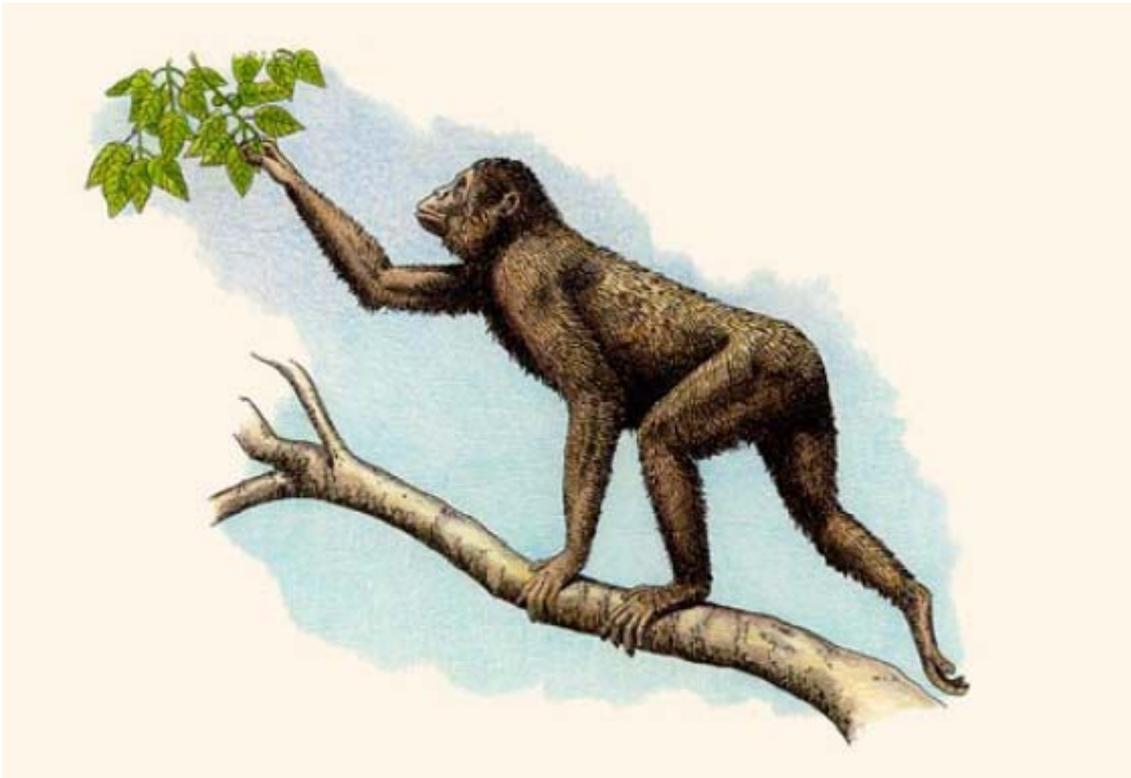


Figura 2.2.6 Reconstrucción de *Proconsul africanus*.

Sin embargo, por ciertos detalles de su anatomía lumbar y de la articulación del omóplato con el húmero, *Morotopithecus*, con 20'6 m.a. de antigüedad, podría representar la más antigua evidencia fósil de un plan corporal comparable al de los antropomorfos vivientes. Este género se situaría evolutivamente poco antes de la separación de los gibones, y por lo tanto cerca del último antepasado común de gibones, orangutanes, gorilas, chimpancés y humanos. Según algunos autores, el tamaño corporal del antepasado común sería similar al de los actuales gibones, que pesan todos menos de 12 kg; sin embargo, no necesariamente tiene que ser así, porque a *Morotopithecus* se le calcula un peso netamente superior, entre 40 y 60 Kg. *Afropithecus* también era una especie de gran tamaño, similar al de *Morotopithecus*; hay un esqueleto facial (con mandíbula) muy bien conservado y otros restos.

La aproximación de la placa africana a Eurasia que tuvo lugar hace unos 14 m.a. permitió que los hominoideos, de origen africano, se expandieran por todo el Viejo Mundo y se diversificaran ampliamente en numerosos géneros, cada uno de ellos con varias especies, como *Dryopithecus*, *Sivapithecus*, *Lufengpithecus*, *Ouranopithecus*, *Ankarapithecus* y *Gigantopithecus*; sus fósiles se han encontrado en Europa, China, Turquía, India y Pakistán, y se datan entre hace 13 y 7 m.a.

Hubo un tiempo en el que se relacionó a *Sivapithecus* directamente con los **homínidos**, nuestra propia estirpe, e incluso se los llegó a considerar los primeros **homínidos**. Los individuos de menor porte y pequeños caninos fueron clasificados en un **género** aparte, llamado *Ramapithecus*, que hoy se incluye en el género *Sivapithecus* porque se ha visto que en la mayor parte de los casos se trataba de individuos femeninos. Como los más viejos *Sivapithecus*, o formas muy próximas, aparecen el registro fósil hace unos 13 m.a., eso querría decir que nuestro grupo (los **homínidos**) tiene por lo menos esa respetable edad.

Dado que los fósiles más abundantes de estos **hominoideos**, casi los únicos, eran las mandíbulas y los dientes, la asignación de los sivapitecos (y ramapitecos) a los **homínidos** se basaba en la forma de la mandíbula y de los dientes. Se observó que estos fósiles miocenos tenían adaptaciones similares a las de los primeros **homínidos** africanos (**australopitecos** y parántropos) para masticar productos vegetales duros, como por ejemplo un **esmalte** grueso y grandes premolares inferiores y molares, además de una mandíbula robusta. El esmalte de los chimpancés y gorilas es fino y su tasa de deposición lenta, mientras que el esmalte de los sivapitecos era grueso y se depositaba rápidamente, exactamente igual que en los **australopitecos** y parántropos. En estos últimos, que son los **homínidos** con molares y premolares más grandes que ha habido, y con mandíbulas más sólidas, el esmalte alcanzó un máximo de robustez, que se supone en consonancia con una especialización alimenticia extrema y una hipertrofia de todo el aparato masticador. En los orangutanes el esmalte es intermedio y el ritmo de formación bajo. Además, los molares de los sivapitecos tenían **cúspides** bajas, lo que hacía que al desgastarse la superficie oclusal perdiera todo relieve y quedase plana, dando una imagen similar a la de los molares de los primeros **homínidos**.

Sin embargo, los análisis moleculares, que se iniciaban al mismo tiempo que se descubrían los fósiles, indicaban un parentesco tan estrecho entre los humanos y los chimpancés que la separación de las dos líneas no había podido ser muy antigua. Aplicando los "relojes moleculares" (es decir, suponiendo determinada tasa constante de cambio molecular calculada a partir de fósiles más antiguos) se obtuvo una edad próxima a los 3 m.a. para el momento de la separación entre las dos líneas evolutivas (en realidad hoy se sabe que esta escisión es por lo menos 2 m.a. más vieja). La información que proporcionaban los fósiles y las moléculas parecía contradictoria (aunque hay que decir, en honor a la verdad, que sólo algunos paleontólogos aceptaban que la línea evolutiva de los **homínidos** africanos del Plioceno pudiera remontarse hasta los sivapitecos del Mioceno medio).

La solución a esta polémica llegó con el hallazgo de un esqueleto facial muy bien conservado de *Sivapithecus*, que mostraba una morfología próxima a la de los orangutanes actuales, lo que hace pensar que los sivapitecos están relacionados evolutivamente con estos grandes hominoideos asiáticos que han vivido en el continente asiático hasta fechas recientes (se conocen fósiles pleistocenos en China y Vietnam) y hoy sobreviven en Borneo y Sumatra (también parte del continente cuando el nivel del mar descendía en las glaciaciones cuaternarias). Las adaptaciones a la dieta dura de la dentición y de la mandíbula de los sivapitecos se habían producido, al parecer, independientemente de las que más tarde desarrollaron los homínidos, en un caso de evolución convergente. De hecho, los primeros homínidos fósiles que se conocen hoy, de la especie *Ardipithecus ramidus* (datados en 4'4 m.a.), no presentan expansión de los premolares y molares ni engrosamiento del esmalte.

Parece haber acuerdo general en el parentesco de *Sivapithecus* con los orangutanes, pero la posición evolutiva de los demás hominoideos euroasiáticos suscita mucha controversia. Algunos autores sostienen que *Ouranopithecus*, encontrado en Grecia en yacimientos de hace 10 a 8 m.a. (y también denominado *Graecopithecus*) está relacionado con el grupo que formamos nosotros con los chimpancés y gorilas (el clado africano de los hominoideos), mientras que otros han visto en el género africano *Kenyapithecus* un antecedente más próximo del grupo. No obstante, *Kenyapithecus* (15 a 12 m.a.) es quizás un poco antiguo para ocupar ese lugar evolutivo, salvo que pertenezca a este género un maxilar recientemente descubierto en Kenia y datado en 9 m.a.

En resumen, combinando la evidencia fósil y la molecular, hoy se piensa que el grupo de los hominoideos se originó hace cerca de 30 m.a., que la línea de los gibones se separó en torno a hace 20 m.a., la de los orangutanes hace unos 14 m.a., el clado de los hominoideos africanos (chimpancé, gorila y humanos) surgió hace tal vez 9 m.a., y, finalmente, que la separación de las líneas evolutivas que conducen hasta los chimpancés actuales (que a su vez se escindieron posteriormente en dos especies) y hasta nosotros, ocurrió hace unos 5 o 6 m.a.

En el yacimiento catalán de Can Llobateres Salvador Moyà-Solà ha descubierto recientemente una parte considerable de un esqueleto de *Dryopithecus laietanus*, con largos brazos y cortas piernas, que nos permite conocer la forma de moverse de estos hominoideos de hace 9'5 m.a. No parece muy diferente a la de los actuales orangutanes, colgándose de las ramas de los árboles y desplazándose lentamente por ellas, aunque presenta sus propias singularidades. Por ejemplo, sus manos eran largas, para formar un gancho del que colgarse, pero a diferencia del resto de los antropomorfos vivientes sólo las falanges (huesos de los dedos) eran largas, y no los metacarpos (huesos que forman las palmas de las manos).

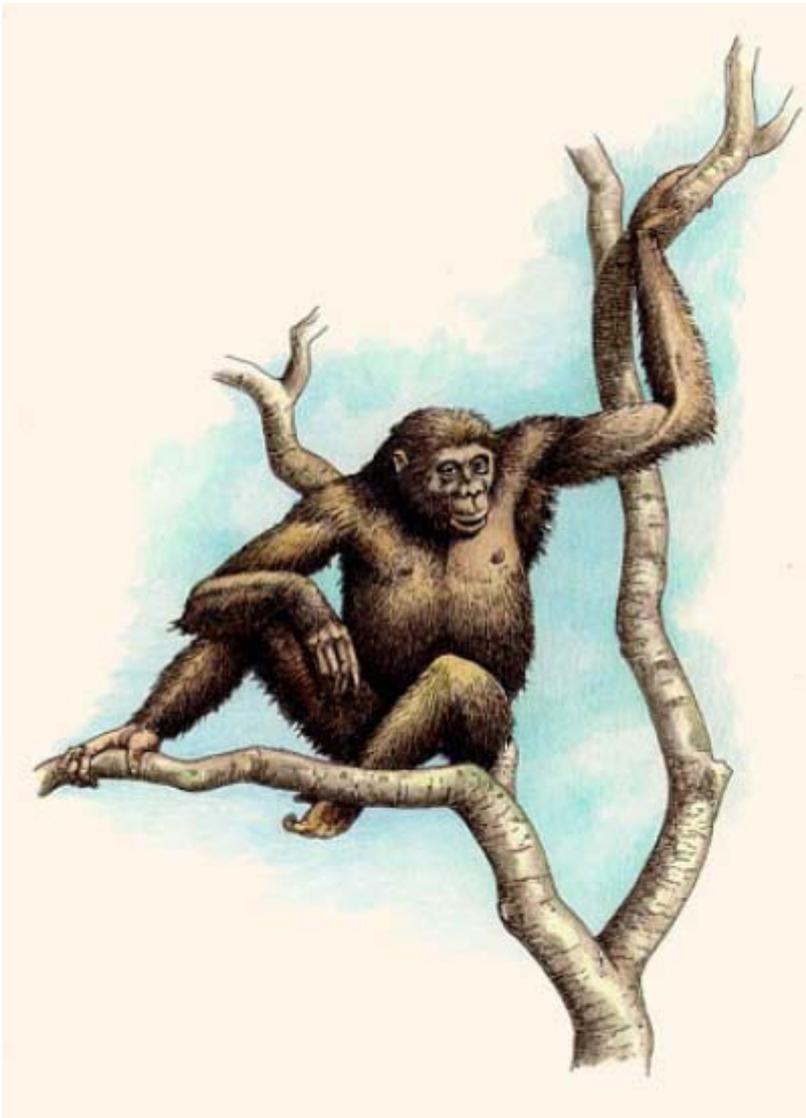


Figura 2.2.7

**Reconstrucción del
Dryopithecus laietanus de
Can Llobateres.**

Estos driopitécidos de Can Llobateres y otras partes de Europa (el género *Dryopithecus* se extendió por Europa entre hace 12 y 8 m.a.) no vivían en una selva lluviosa, sino en una clase de bosque llamado laurisilva, que responde a un clima templado y algo estacional, con árboles de hoja permanente como el laurel junto con otros de hoja caduca. Como ya se ha dicho, *Sivapithecus* presenta una gruesa capa de **esmalte** en los molares, de lo que se deduce que al menos durante parte del año se alimentaba de vegetales duros y abrasivos; esta dieta nos remite a unos ecosistemas (distribuidos por Asia hasta la India) aún más marcadamente estacionales que los de las tierras europeas donde vivía *Dryopithecus*. Incluso es posible que al menos algunas **especies** de *Sivapithecus* desarrollaran gran parte de su vida en el suelo y fueran cuadrúpedas.

Según Salvador Moyà-Solà, un enigmático y famoso primate de largos brazos llamado *Oreopithecus*, que habitaba en la misma época en los bosques pantanosos de la parte central de Italia y Cerdeña (que componían entonces una gran isla), podría estar evolutivamente cerca de *Dryopithecus*; incluso apunta que se desplazarían como bípedos cuando se movieran por el suelo, aunque eso sí, con un tipo de bipedestación muy poco eficaz y bien diferente de la nuestra. La ausencia de depredadores en su isla permitiría esta forma de movimiento tan insegura. Sin embargo, debido a las características muy particulares de su dentición no todos los autores admiten siquiera que *Oreopithecus* sea un hominoideo.

El rastro fósil de los hominoideos euroasiáticos se pierde hace unos 7 m.a. hasta la aparición de formas ya muy próximas a las especies actuales del orangután y los gibones, con la notable excepción de *Gigantopithecus*. Se conoce una especie de este género del Mioceno superior de India y Pakistán, el *Gigantopithecus giganteus* (de hace 9-6 m.a.), que alcanzó un tamaño similar al de un gorila y probablemente derivaba del *Sivapithecus*. Pero hubo una especie posterior llamada *Gigantopithecus blacki* que era aún mayor, quizás el doble, y sobrevivió en China y Vietnam hasta hace sólo unos pocos cientos de miles de años (quizás medio millón de años); desde luego convivió con seres humanos. De esta enorme especie de hominoideo sólo se dispone de tres mandíbulas y muchos dientes sueltos. Los primeros fósiles conocidos de *Gigantopithecus blacki* fueron cuatro molares comprados entre 1935 y 1939 por el paleontólogo Gustav H. Ralph Von Koenigswald (1902-1982) en farmacias de Hong Kong y Cantón (en la medicina tradicional china, a los fósiles se les atribuyen propiedades curativas). Las mandíbulas de *Gigantopithecus* son mucho más grandes que las de los gorilas, sobre todo una de ellas, supuestamente de un macho.



Figura 2.2.7 Mandíbulas de *Gigantopithecus blacki* junto con la de una hembra de gorila. De izquierda a derecha hembra de *Gigantopithecus*, hembra de gorila y macho de *Gigantopithecus*.

Los incisivos inferiores del *Gigantopithecus* eran pequeños, en términos relativos, y los caninos poco proyectados, siendo premolares y molares grandes y con una gruesa capa de **esmalte**. En estas características se parecen a los parántropos (unas **especies** de **homínidos** con un fuerte aparato masticador); a causa de esta semejanza se ha llegado a pensar que los gigantopitecos pertenecían a nuestro grupo evolutivo, pero en realidad se trata de un caso de convergencia adaptativa o, en otras palabras, una analogía debida a una masticación más o menos similar en dos líneas independientes. Las afinidades evolutivas de los gigantopitecos hay que buscarlas más bien entre los *Sivapithecus* y otras especies de la línea del orangután.

Por su tamaño sólo cabe pensar que estos enormes antropomorfos fueran terrestres; dadas sus dimensiones tendrían que alimentarse de un recurso vegetal que fuera muy abundante. La robustez de las mandíbulas y el tipo de dentición indican que comían algún tipo de vegetal duro y fibroso que exigía una masticación intensa. Algunos autores piensan que este vegetal era el bambú, como en el caso del oso panda actual.

Gigantopithecus blacki podría haber sido el mayor primate que jamás haya vivido (pesando entre 200 kg y 400 kg), en dura pugna con algunas **especies** fósiles de lémures extinguidas hace poco tiempo en Madagascar, quizás tan sólo hace 2000 años (y probablemente a causa de la llegada del hombre a la isla en ese instante). Las especies actuales del grupo de los lémures (en sentido amplio) presentan pesos corporales que varían entre los 60 g de *Microcebus murinus* y los 6250 g de *Indri indri*. Frente a estos modestos valores, a los enormes lémures extinguidos de Madagascar del **género** *Megaladapis* se les han estimado pesos corporales que llegaban en la mayor de las especies a los 150 kg; los *Megaladapis* eran trapadores lentos con semejanzas adaptativas con los koalas. Otros grandes primates malgaches (de unos 100 kg) eran los del género *Paleopropithecus*, emparentados con los indris, que se movían por los árboles un poco como los orangutanes. Y aún estos grandes lémures se quedaban pequeños ante el imponente *Archaeoindris fontoynonti*, que con sus más de 240 Kg superaba en peso a la mayoría de los gorilas macho; aunque estaban relacionados con los actuales indris se parecían más a unos enormes papiones, y debido a su enorme peso estaban obligados a vivir en el suelo.

4. Actividades

Actividad 1

Realizar un cuadro con la distribución temporal de los distintos grupos de primates, incluyendo en ellas distintas épocas geológicas.

Actividad 2

Realizar un esquema con las relaciones evolutivas más probables de: plesiadapiformes, adápidos, tarseros y simios (platirrinos más catarrinos).

Actividad 3

Realizar un esquema con las relaciones evolutivas más probables de: parapitécidos, platirrinos, propliopitécidos, cercopitecoideos y **hominoideos**.

Actividad 4

Situar en el tiempo y en el grupo de primates correspondiente las siguientes **especies** o **géneros** fósiles: *Purgatorius ceratops*, *Aegyptopithecus zeuxi*, *Apidium*, *Proconsul*, *Morotopithecus*, *Dryopithecus laietanus*, *Sivapithecus* y *Ouranopithecus*.

Actividad 5

Describir al menos un carácter derivado que caracterice a: los estrepsirrinos, los haplorrinos, los catarrinos, los **hominoideos**.

5. Autoevaluación

1) Los primeros primates conocidos proceden de:

- 1.- El Triásico.
- 2.- El Oligoceno.
- 3.- El Pleistoceno.
- 4.- Finales de la Era Secundaria.

2) Los primeros primates conocidos son los:

- 1.- Adápidos.
- 2.- Euprimates.
- 3.- Propliopitécidos.
- 4.- Plesiadapiformes.

3) Ordenar de más antiguo a más reciente, según su aparición en el registro fósil: Parapitécidos, Plesiadapiformes, Omomíidos, Platirrinos, Hominoideos

4) La especie *Purgatorius ceratops* se incluye dentro de:

- 1.- Los adápidos.
- 2.- Los plesiadapiformes.
- 3.- Los parapitécidos.
- 4.- Los prosimios.

5) Los primeros Euprimates fueron:

- 1.- Adápidos y omomíidos.
- 2.- Los tarseros.
- 3.- Los parapitécidos.
- 4.- Adápidos y plesiadapiformes.

6) El yacimiento de EL Fayum es importante por:

- 1.- Ser el que ha proporcionado los fósiles más antiguos de primates.
- 2.- Ser el que ha proporcionado más hominoideos fósiles.
- 3.- Es el yacimiento en el que se encuentran los fósiles más antiguos que pueden atribuirse con certeza a simios.
- 4.- Permite reconstruir con exactitud el ambiente y el modo de vida de los primeros hominoideos.

7) La especie *Aegyptopithecus zeuxi* se incluye en:

- 1.- Los adápidos.
- 2.- Los platirrinos.
- 3.- Los catarrinos.
- 4.- Los cercopitecoideos.

8) ¿Qué grupo de primates está más próximo evolutivamente a los hominoideos?

- 1.- Los cercopitecoideos.
- 2.- Los propliopitécidos.
- 3.- Los parapitécidos.
- 4.- Los platirrininos.

9) Los hominoideos se originaron:

- 1.- En África.
- 2.- En Europa.
- 3.- En Europa y Asia.
- 4.- En Asia y África.

10) Los primeros catarrinos fueron:

- 1.- Los parapitécidos.
- 2.- Los adápidos.
- 3.- Los propliopitécidos.
- 4.- Los fósiles del género *Proconsul*.

11) El primer hominoideo con un plan corporal similar al de los hominoideos vivos fue:

- 1.- *Ramapithecus*.
- 2.- *Morotopithecus*.
- 3.- *Ouranopithecus*.
- 4.- *Aegyptopithecus zeuxi*.

12) Un posible antepasado común de gorilas, chimpancés y humanos fue:

- 1.- *Dryopithecus laietanus*.
- 2.- *Proconsul*.
- 3.- *Ramapithecus*.
- 4.- *Ouranopithecus*.

13) El género *Sivapithecus* está más próximo evolutivamente a:

- 1.- El orangután.
- 2.- El gibón.
- 3.- Al grupo de gorilas, chimpancés y humanos.
- 4.- Por igual a todos los hominoideos.

6. Soluciones Autoevaluación

1) Los primeros primates conocidos proceden de:

- 1.- El Triásico.
- 4.- Finales de la Era Secundaria.

2) Los primeros primates conocidos son los:

- 4.- Plesiadapiformes.

3) Ordenar de más antiguo a más reciente, según su aparición en el registro fósil: Parapitécidos, Plesiadapiformes, Omomíidos, Platirrinos, Hominoideos.

Plesiadapiformes > Omomíidos > Parapitécidos > Platirrinos > Hominoideos.

4) La especie *Purgatorius ceratops* se incluye dentro de:

- 2.- Los plesiadapiformes.

5) Los primeros Euprimates fueron:

- 1.- Adápidos y omomíidos.

6) El yacimiento de El Fayum es importante por:

- 3.- Es el yacimiento en el que se encuentran los fósiles más antiguos que pueden atribuirse con certeza a simios.

7) La especie *Aegyptopithecus zeuxi* se incluye en:

- 3.- Los catarrinos.

8) ¿Qué grupo de primates está más próximo evolutivamente a los hominoideos?

- 1.- Los cercopitecoideos.

9) Los hominoideos se originaron:

- 1.- En África.

10) Los primeros catarrinos fueron:

- 3.- Los propliopitécidos.

11) El primer hominoideo con un plan corporal similar al de los hominoideos vivos fue:

- 2.- *Morotopithecus*.

12) Un posible último antepasado común de gorilas, chimpancés y humanos fue:

- 4.- *Ouranopithecus*.

13) El género *Sivapithecus* está más próximo evolutivamente a:

- 1.- El orangután.

Módulo 3, Hominidos no humanos

UD.1 Los primeros homínidos:
Ardipithecus

UD.2 Los primeros homínidos:
Australopithecus

UD.3 Los primeros homínidos:
Paranthropus



Unidad 1, Los primeros homínidos,
Ardipithecus.



Fragmento de mandíbula de
Ardipithecus ramidus

Índice del tema

1. Planteamiento

- 1.1. Conocimientos previos
- 1.2. Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1. Antecedentes
- 3.2. ¿A qué llamamos homínido?
- 3.3. La cuestión filogenética antes de la aparición de *Ardipithecus ramidus*. La posición filogenética de *A. ramidus*.
- 3.4. El descubrimiento de *Ardipithecus ramidus*.
- 3.5. ¿Quién es *Ardipithecus ramidus*? Características morfológicas de *Ardipithecus ramidus*.
- 3.6. Situación ecológica y temporal de los homínidos del Plioceno inferior de Aramis, Etiopía.
- 3.7. Expectativas y estado de la cuestión desde la aparición de *A. ramidus*.

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones a las preguntas de autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos.

Para abordar esta unidad didáctica, resulta conveniente el conocimiento de las unidades previas. Son especialmente importantes "El oficio de paleoantropólogo", "El hombre entre los primates" y "Los primates fósiles". Estas unidades reúnen los contenidos y la terminología que se requieren para seguir el desarrollo esta unidad.

1.2 Objetivos didácticos.

En esta unidad se inicia el estudio detallado del registro fósil de los homínidos. Además de los objetivos específicos reseñados a continuación, se abordarán cuestiones más generales relacionadas con el estudio de los homínidos fósiles, como los criterios de Clasificación Biológica y la Anatomía Comparada.

- Conocer la evidencia científica que se maneja sobre el origen de la **Familia** Hominidae.
- Evidencias paleontológicas y de la Biología Molecular.
- Conocer la evidencia fósil que ilustra el primer escalón de la **filogenia** de los homínidos.
- Describir las características que definen a un homínido.
- Analizar los criterios que determinan si un nuevo fósil se clasifica dentro de los homínidos.
- Analizar cómo las hipótesis cambian en función de las nuevas evidencias.
- Conocer la evidencia fósil de *Ardipithecus ramidus*.
- Conocer las características morfológicas de *A. ramidus*.
- Conocer la cronología de la región de Aramis, en el este de Etiopía.
- Conocer el tipo de hábitat de *A. ramidus*.
- Relacionar los conocimientos sobre el ecosistema en el que se desarrolló *A. ramidus* y algunas de las cuestiones básicas sobre el origen de los homínidos.
- Conocer la importancia de la evidencia aportada por los dientes fósiles.

1.3 Lecturas recomendadas

White, T.D., Suwa, G. & Asfaw, B. (1994). *Australopithecus ramidus*, a new species of early hominid from Aramis, Ethiopia. *Nature* 371: 306-371.

White, T.D., Suwa, G. & Asfaw, B. (1995). Corrigendum: *Australopithecus ramidus*, a new species of early hominid from Aramis, Ethiopia. *Nature* 375.

White, T.D., Asfaw, B. y Suwa, G. (1996). *Ardipithecus ramidus*, a root species for *Australopithecus*. The first humans and their cltural manifestations. Facchini Ed. The Colloquia of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Forli, Italia, 8-14 septiembre, 1996.

WoldeGabriel, G., White, T.D., Suwa, G., Renne, P., Heinzelin, J. De, Hart, W.K. &Heiken, G. (1994). Ecological and temporal placement of early Pliocene hominids at Aramis, Ethiopia. *Nature* 371:371-333.

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1998). La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana. Ed. Temas de Hoy.

Johanson, D. y B. Edgar (1996). From Lucy to language. New York, Simon & Schuster.

2. Resumen del tema

En las campañas de excavación iniciadas en el año 1992 por el profesor Tim White de la Universidad de Berkeley y su equipo, en la región del curso medio del río Awash, al este de Etiopía, se llevó a cabo el descubrimiento del homínido más antiguo conocido hasta la fecha: *Ardipithecus ramidus*. Los estudios geocronológicos realizados determinaron que la edad de los depósitos de la región de Aramis donde fueron hallados estos fósiles era de alrededor de 4,4 millones de años. Las características anatómicas de los fósiles de *A. ramidus* son muy primitivas, más próximas en muchos casos a la morfología del chimpancé que a la de otros, **homínidos** o a la nuestra propia. Algunos de estos rasgos primitivos son, por ejemplo, la morfología del primer molar de leche, más parecida a la de un chimpancé, la presencia de **esmalte** fino en sus dientes, o el tamaño grande de sus caninos en relación a los dientes posteriores. Con el resto de los homínidos comparte otras semejanzas, siendo especialmente importantes la morfología de sus caninos, que presentan más forma de incisivo, o el desgaste de sus caninos, que es plano en lugar de cortante como en los chimpancés. Estas y otras características están incluidas en la definición de los homínidos, junto con la marcha bípeda. No se sabe si *A. ramidus* caminaba sobre sus dos piernas o no, pero de no ser así, debe revisarse la diagnosis de los homínidos. *Ardipithecus ramidus*, tiene una estatura estimada de entre el metro y el metro y medio. Compartió un hábitat con especies animales y vegetales típicas de selva. Este nuevo dato induce a pensar que la aparición del primer **hominoideo** no estuvo directamente ligado a un cambio de condiciones climáticas y ecológicas y, por tanto, a la "conquista" de un nuevo hábitat, sino que tuvo lugar en un medio de bosque cerrado lluvioso. Nuevos hallazgos realizados en campañas posteriores, especialmente un esqueleto parcial muy fracturado, ayudarán a responder éstas y otras cuestiones sobre el origen de los **homínidos**.

Importancia del hecho científico

Los fósiles de homínidos descubiertos en la región de Aramis, Etiopía, con una edad de 4,4 millones de años, representan el homínido más antiguo conocido hasta la fecha. *Ardipithecus ramidus*, como ha sido bautizado, permite mirar un poco más atrás en el conocimiento de la evolución humana.

3. Desarrollo del Tema

3.1. Antecedentes

El conocimiento de los Orígenes del Hombre ha seguido un curso paralelo a la historia de los descubrimientos de **homínidos** fósiles. Desde el primer neandertal hasta el homínido más antiguo conocido en la actualidad y objetivo de esta unidad didáctica, *Ardipithecus ramidus*, han tenido lugar muchos descubrimientos y se han abierto nuevas líneas de investigación que han permitido precisar más las preguntas de quién, cómo, cuándo, dónde y porqué de los protagonistas de la evolución humana.

Estimaciones basadas en la Biología Molecular y en el registro fósil sugieren que de un núcleo ancestral se separaron las distintas líneas que dieron lugar a los primates actuales más próximos al hombre y a nosotros mismos. Para estas bifurcaciones del tronco común se barajan las siguientes fechas. Los primeros en separarse fueron los gibones, hace unos 24 millones de años. A continuación se diferenció la línea que ha dado lugar al orangután actual, hace unos 15 millones de años. Después fue el gorila, alrededor de hace unos 8 millones de años. Y, por último, una línea de la cual surgieron las dos **especies** de chimpancés por un lado, y por otro la línea de los **homínidos**, hace poco más de 5 millones de años en África. De esto se deduce que debe de existir un registro fósil de un linaje, o grupo de linajes, de **homínidos** que se extiende desde hace unos 5 millones de años hasta el presente. Hoy por hoy se acepta que existieron, dentro de la **familia** de los **homínidos**, cuatro **géneros** distintos con varias especies a su vez, que definen los distintos linajes del árbol filogenético de nuestra familia.

"Homínidos" es el término vulgar por el que se conoce a los representantes de la familia biológica a la cual pertenecemos que incluye, además de a nuestra propia especie, a aquellas formas fósiles emparentadas más próximamente con el *Homo sapiens*. Nosotros somos el único género y la única especie de esta **familia** que pervive en la actualidad. Sin embargo, desde la separación de nuestros parientes más próximos actuales, los chimpancés, distintos géneros y muchas especies de **homínidos** habitaron nuestro planeta, coexistiendo en muchos momentos, varias de ellas a la vez.

Desde hace unos 75 años se excavan muchos yacimientos en el continente africano, que han permitido recuperar fósiles de homínidos de morfologías muy diversas y cronologías muy amplias.

Hoy por hoy, y en concordancia con la evidencia que aportan los datos de la Biología Molecular, existe un consenso para establecer la separación de nuestra familia, es decir, la aparición del primer homínido, entre hace unos 8 y hace unos 5 millones de años. Estas cifras coinciden con un cambio ecológico en el Viejo Mundo debido a factores climáticos y al progresivo descenso de la concentración de dióxido carbónico en la atmósfera, y resulta muy tentador relacionar este cambio con el origen de los **homínidos** como consecuencia de una adaptación al nuevo medio.

Sin embargo, como se verá más adelante al revisar las características de *Ardipithecus ramidus*, este homínido primitivo se encontraba tan ligado al ambiente de pluvisilva como lo están hoy día los chimpancés, por ejemplo.

El renombrado "eslabón perdido" son, en realidad, muchos "eslabones perdidos", puesto que cada homínido fósil rescatado representa uno de los eslabones en la larga cadena de cambios evolutivos que se han sucedido desde el primer antepasado común hasta nosotros mismos. Lo que sí es cierto es que el primer antepasado común a **homínidos** y chimpancés actuales era un "gran mono" de características muy generales y, dado que los monos antropomorfos actuales conservan más rasgos primitivos que nosotros mismos, cuanto más retrocedemos en el tiempo más nos acercamos a ese modelo generalista que se parece más a los chimpancés y gorilas actuales.

Hasta la aparición de los fósiles que nos ocupan en esta unidad didáctica, los yacimientos excavados en el este y sur de África, de cronologías más recientes a los 4 millones de años, habían aportado fósiles de **homínidos** asignados a tres **géneros** distintos: *Australopithecus*, *Paranthropus* y *Homo*.

En el otoño de 1992, el equipo del profesor Tim White, de la Universidad de Berkeley, trabajando en unos depósitos de alrededor de 4,4 millones de años y pertenecientes a la región del país de los Afar conocida por el nombre de Aramis, rescataron un conjunto de restos de un homínido tan primitivo que mereció ser nombrado no sólo como una nueva especie, sino como un nuevo género: *Ardipithecus ramidus*.

El estudio y discusión de las características morfológicas de *A. ramidus* nos permitirá ahondar en la problemática de cuáles son los rasgos que definen a un homínido, qué es lo que nos permite diferenciar un fósil de nuestra **familia** de otro que no lo es. *A. ramidus* constituye un buen ejemplo de cómo al avanzar el conocimiento sobre los fósiles, cambian (o no) las premisas científicas que abordan el cómo y el cuándo se produce la evolución en un determinado grupo biológico.

Los gorilas y chimpancés actuales viven en un ambiente de bosque cerrado lluvioso y parece ser que este mismo hábitat es el que ocupan desde que se separó su la línea evolutiva de la que dio lugar a los **homínidos**. Este ambiente resulta muy poco propicio para la fosilización y parece ser la causa de que no conozcamos ningún antepasado de su linaje evolutivo. Esto dificulta la tarea de tener datos sobre cómo pudo ser el antepasado común a homínidos y póngidos. Sin embargo, lo que conocemos hoy del registro de los primeros homínidos nos permite ver que cuanto más retrocedemos en el tiempo, más parecidos son estos primeros homínidos a los póngidos actuales y son muy pocas las diferencias, pero suficientemente significativas para demostrar que esos ejemplares fósiles ya habían dado el salto en otra dirección.

3.2. ¿A qué llamamos homínido?

Según algunos autores, un homínido es aquel que pertenece a la **Familia Hominidae**. Sin embargo, otros autores consideran que dentro de esta familia también deben incluirse a los grandes antropomorfos actuales, y realizar una subdivisión a nivel de Subfamilias: Ponginae y Homininae. Hoy sabemos, gracias a la evidencia aportada por la genética molecular que, desde el punto de vista estrictamente biológico, esta clasificación tampoco sería correcta. Nosotros compartimos con los chimpancés un antepasado común que no lo es de gorilas y orangutanes. Por eso es preferible la definición de homínido que incluye a todas las especies fósiles que aparecieron en nuestra línea evolutiva después de la divergencia del chimpancé.

Las definiciones que se han dado para homínido también han sido incontables. En 1758, Linneo nombró nuestro **género** y **especie**. La familia Hominidae fue definida por primera vez en 1825 por J. Gray. Hasta mediados del siglo XIX, no se conoció ninguna especie fósil y los primeros descubrimientos fueron asignados a nuestro propio género. Las características anatómicas que se reseñaban en la diagnosis de la familia Hominidae, cuando fue redefinida por Le Gros Clark en 1955, hacían básicamente hincapié en el cráneo y los dientes, y poco del cuello para abajo. Algunas de estas características eran, por ejemplo, una gran capacidad craneal, la ordenación de los dientes sobre la mandíbula en forma de parábola, caninos pequeños, y miembros perfectamente adaptados a la postura erguida y a la locomoción bípeda.

Cuando hicieron su aparición en escena los **australopitecos**, parte de estas características quedaban excluidas. Se distinguían de los "antropomorfos" básicamente en la reducción de sus dientes, en especial los caninos, en la forma del desgaste de los dientes y en el bipedismo, como rasgos principales.

Desde el descubrimiento de *Australopithecus afarensis*, los matices en las definiciones cada vez son más acusados, de ahí que en la literatura de divulgación se le conozca como el "chimpancé **bípedo**". Poco más que el andar de pie distingue a estos **homínidos** de un chimpancé. De *A. ramidus* no hay evidencia concluyente para saber si esta **especie** de **homínidos** andaba sobre sus dos piernas, pero lo que sí sabemos es que ya había cambiado el tamaño y la forma de sus caninos y la forma en la que se desgastaban sus dientes. Hoy por hoy, estas dos características definen a un homínido.

3.3. La cuestión filogenética antes de la aparición de *A. ramidus*. La posición filogenética de *A. ramidus*.

Excavaciones en Sudáfrica establecieron *Australopithecus* como antepasado nuestro y revelaron que existían varias especies dentro de este género. Posteriores excavaciones en el este de África ampliaron nuestro conocimiento sobre la distribución espacial (geográfica) y temporal de *Australopithecus*. Hasta 1994, *Australopithecus afarensis*, datado entre 3 y 4 millones de años, representaba el primer homínido conocido (el más antiguo) y venía a cubrir parte del vacío existente entre los homínidos miocenos y otros homínidos primitivos. Su morfología craneodental primitiva representaba cierto argumento a favor de la evidencia molecular, que postulaba que el antepasado común entre los homínidos y los póngidos africanos debía encontrarse en niveles del Mioceno superior / Plioceno inferior.

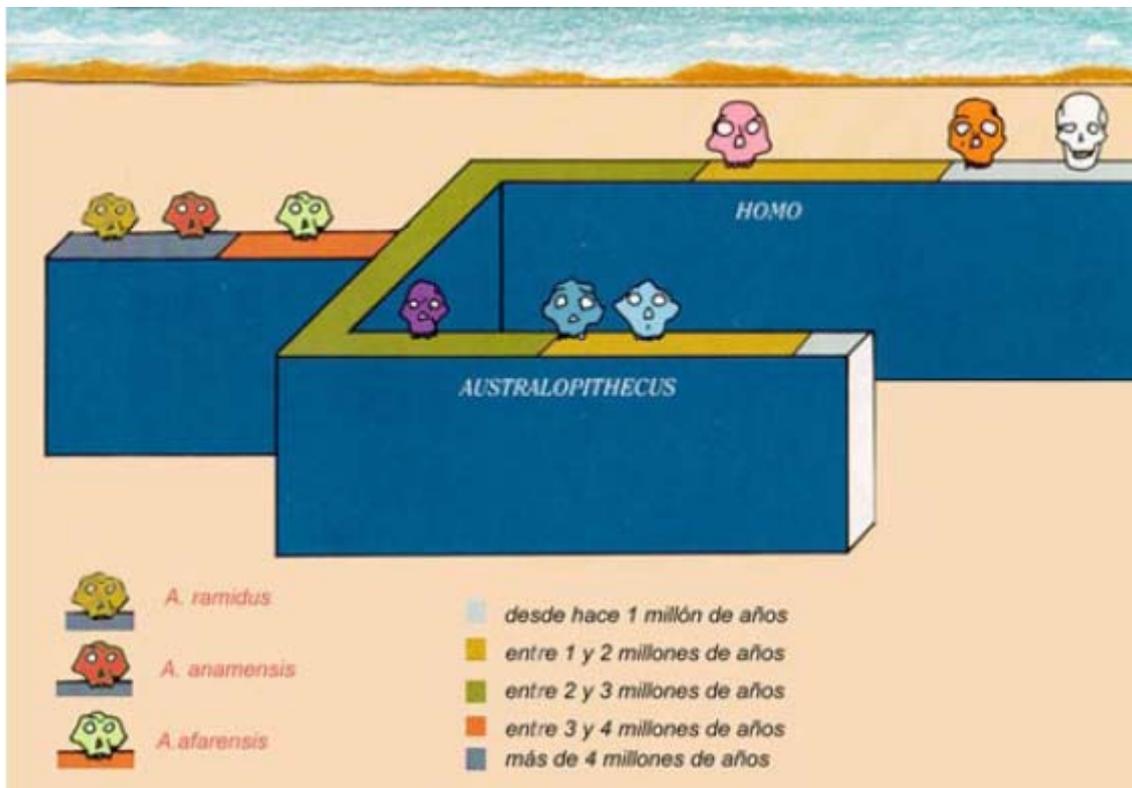


Figura 3.1.1 Esquema filogenético de los primeros homínidos, señalando únicamente las tres especies más antiguas y las dos principales ramas que derivaron de ellas: *Australopithecus* y *Homo*. *Ardipithecus ramidus* se encuentra en la base de la filogenia.

Al margen de *Australopithecus afarensis*, solo existían algunos restos aislados y fragmentarios de homínidos fósiles encontrados en yacimientos de Kenia y de asignación taxonómica incierta: un fragmento mandibular con algunas piezas dentarias y fragmentos de cráneo en Lothagam, con datación dudosa de entre 6 y 5 millones de años, un fragmento de húmero distal izquierdo hallado en Kanapoi, con una antigüedad de entre 4,5 y 4 millones de años, una mandíbula en Chemeron y otro fragmento mandibular del yacimiento de Tabarin, ambos con una cronología aproximada de 4,5 millones de años. En los árboles filogenéticos *Australopithecus afarensis* aparecía como el primer antepasado común a todos los homínidos, con una edad de alrededor de 3,6 millones de años. Si la divergencia con la línea de los chimpancés tuvo lugar hace al menos 5 millones de años, todavía cabía la posibilidad de encontrar un antepasado más remoto dentro de nuestra familia.

3.4. El descubrimiento de *Ardipithecus ramidus*.

En 1992, Tim White y su equipo, explorando depósitos con una edad de 4,4 millones de años en la región del curso medio del río Awash, en Etiopía, hallaron primero un tercer molar superior y, en la misma campaña, más restos de unos homínidos muy primitivos. Bautizado como *Australopithecus ramidus* (rebautizado después no sólo como nueva especie, sino también como un nuevo género, *Ardipithecus ramidus*) se ha erigido en el eslabón más antiguo de nuestra historia evolutiva.



Figura 3.1.2 Localización geográfica de la región de Aramis, Etiopía

La etimología del nombre *Ardipithecus ramidus* es: *Ardi*, significa "suelo" en la lengua de los Afar de Etiopía, *pithecus* = "mono" en griego y *ramid* significa "raíz" también en lengua Afar, por lo que la denominación pretende hacer referencia, tanto en el género como en la denominación específica, al "mono que está en la raíz del árbol filogenético humano".

La primera publicación de 1994 estudia los fósiles recuperados en el yacimiento de Aramis, Etiopía. Se trata de dientes, fragmentos de la base del cráneo, fragmentos mandibulares y postcraneales (bastantes piezas del brazo de un individuo adulto y un húmero aislado del otro lado, perteneciente a otro individuo). En total, el número mínimo de individuos distintos representados es de 16. El holotipo (ejemplar tipo que diagnostica a una especie) de *A. ramidus* es un conjunto de dientes asociados que llevan la sigla ARA-VP-6/1.

Posteriormente, en las campañas de 1994 y 1995 se han recuperado, entre otros restos, parte de un esqueleto bastante completo aunque muy fracturado, que todavía no ha sido publicado y que la comunidad científica espera con gran expectación. Entre otras cosas, podremos saber si este homínido era **bípedo** o el caminar sobre las piernas es una característica que aparece más tarde en la evolución humana.

3.5. ¿Quién es *Ardipithecus ramidus*? Características morfológicas de *Ardipithecus ramidus*.

En este apartado revisaremos detalladamente las principales características anatómicas que los autores de su descubrimiento y publicación han considerado diagnósticas.

A. ramidus se distingue de otras especies de homínidos, incluyendo *A. afarensis* en:

- a) Caninos grandes en relación con la dentición postcanina (premolares y molares). Más grandes que los de cualquier homínido pero menos grandes que los de un chimpancé.
- b) Primer molar inferior deciduo (primera muela de leche) estrecho y oblicuamente alargado, con una sola cúspide principal (Figura 3.1.3.b). Esta muela emblemática fue la portada en la publicación de la prestigiosa revista "Nature", y mereció este privilegio porque corresponde a una morfología muy primitiva, más próxima a la de los chimpancés actuales.

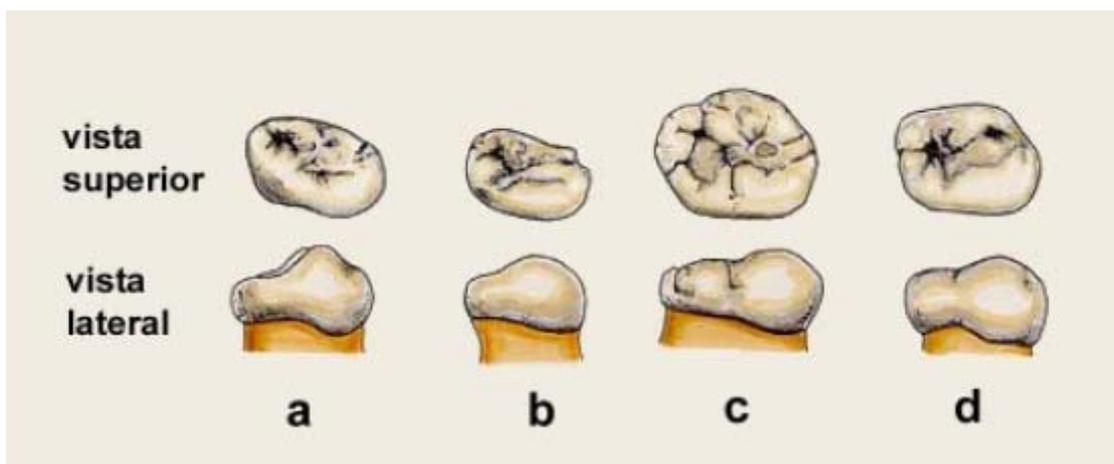


Figura 3.1.3 Comparación del primer molar inferior deciduo en diferentes especímenes. a. *Pan troglodites*, b. *Ardipithecus ramidus*, c. *Australopithecus afarensis* d. *Homo sapiens*. Obsérvese la forma alargada y oblicua del molar de *Pan* y *Ardipithecus*.

- c) Caninos y molares con esmalte dental fino. El resto de los homínidos presenta el esmalte dental grueso. El espesor del esmalte de los dientes parece estar fuertemente relacionado con el tipo de dieta. A un esmalte fino, como el de *A. ramidus*, los chimpancés y demás monos actuales, se le atribuye una funcionalidad en la ingestión de frutas y bayas (dieta blanda). El esmalte grueso que presentan los demás homínidos conocidos se relaciona con un cambio hacia una dieta más abrasiva.

d) Tercer premolar inferior y superior más pronunciadamente asimétrico, prácticamente con una sola **cúspide** (ver el premolar inferior en la Figura 3.1.4). La "**hominización**" de los dientes se supone que está relacionada con un aumento en el número y tamaño de las cúspides especialmente en los premolares. Se conoce como "molarización". En esta característica, *A. ramidus* también es primitivo.

Ardipithecus ramidus se distingue como homínido de los grandes simios actuales y algunos restos de **hominoideos** fósiles en:

a) Morfología del canino más incisiforme (con forma de incisivo) (Figura 3.1.4). En TODOS los **homínidos**, los caninos presentan dos pequeñas cúspides laterales accesorias a la principal, rompiendo la forma "cónica" típica de los caninos primitivos. Al ser más cuadrados, se parecen más a los incisivos.

b) Patrón de desgaste plano en el canino inferior. El desgaste de los caninos en los grandes monos (lo primitivo) es muy vertical (como una cizalla) y forma un bordes cortantes por delante y por detrás. En los **homínidos** (incluido *A. ramidus*), esta función se pierde, y el desgaste es plano.

c) **Foramen magnum** localizado anteriormente con respecto al foramen carotideo (orificio por el que entran las arterias carótidas en el cráneo). El **foramen magnum**, es decir, la abertura de la base del cráneo que conecta el encéfalo con la médula espinal, se sitúa en una posición aparentemente más vertical que en los monos. Con restos tan fragmentarios, esta evidencia resulta poco concluyente para determinar, por ejemplo, si *A. ramidus* era **bípedo** o no lo era.

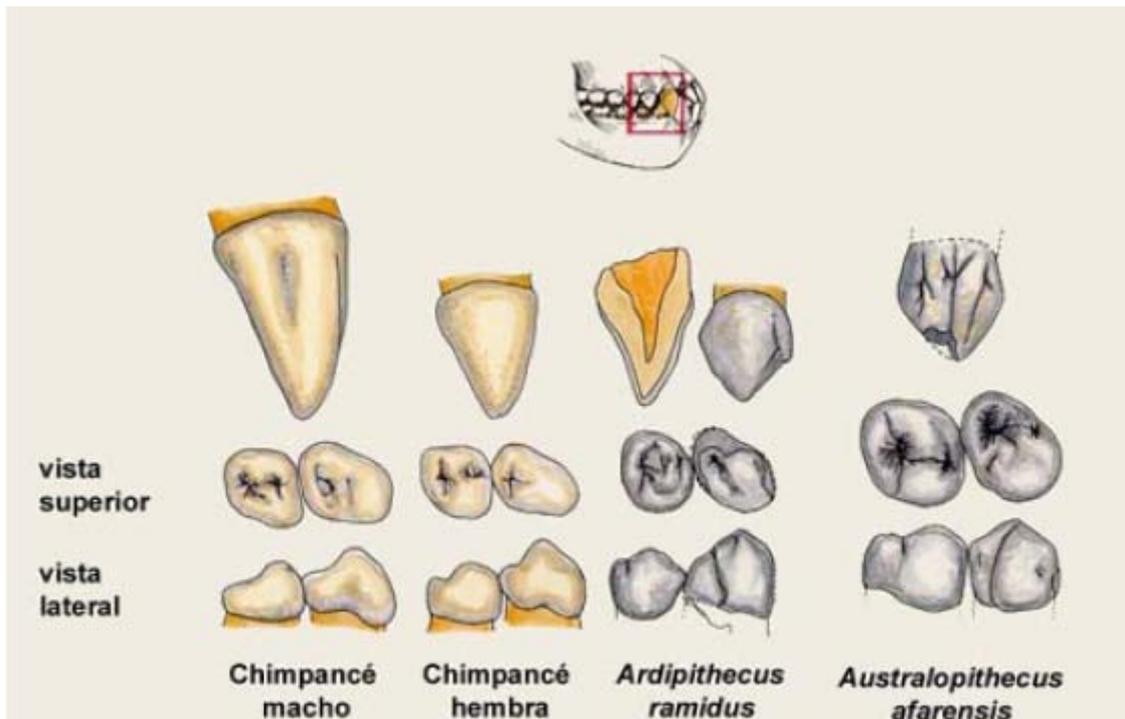


Figura 3.1.4 Comparación de los dientes canino superior y premolares inferiores en distintas especies. En el recuadro superior se muestran las piezas que se comparan. El canino en sección de *Ardipithecus* es del lado izquierdo, el otro es el del lado derecho del mismo individuo (holotipo ARA-VP-6/1).

Con respecto al resto del esqueleto, en la publicación de 1994 en *Nature* se estudian los fósiles recuperados que componen un mismo brazo izquierdo de un individuo adulto. En la evolución humana, así como los cambios en la morfología del cráneo y de los dientes son más acusados en los distintos homínidos que han existido, los cambios en los huesos del resto del esqueleto (postcraneal) son mucho menos marcados. Hubo un gran cambio al adquirirse la forma de andar sobre dos piernas, que conllevó una reorganización de cintura para abajo y, posteriormente, un segundo cambio en las proporciones entre brazos y piernas. El estudio detallado del "brazo" de *A. ramidus* muestra una mezcla de caracteres primitivos (parecidos a los chimpancés actuales) y derivados (que están en nosotros).

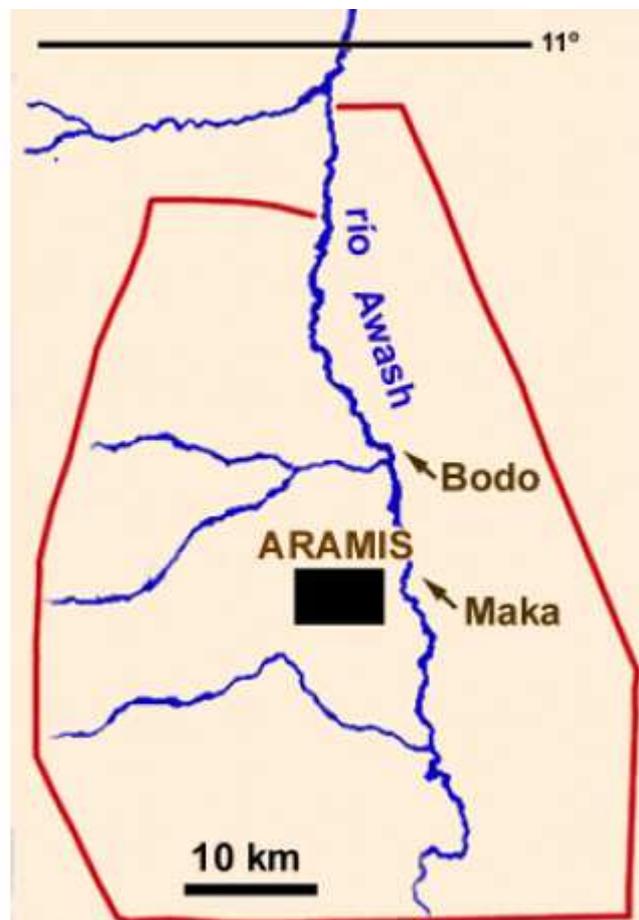
Las estimaciones sobre la estatura que se han hecho a partir de los restos del brazo, muestran un tamaño para este homínido que correspondería a un individuo más alto que "Lucy" (*Australopithecus afarensis*), pero menor que otros individuos de su especie. El rango de estaturas que se barajan para *A. afarensis* es de 1.05 m a 1.51 m, incluyendo machos y hembras. *Ardipithecus ramidus* tendría una talla comprendida entre estos valores.

3.6. Situación ecológica y temporal de los homínidos del Plioceno inferior de Aramis, Etiopía.

El área que corresponde a la localización del yacimiento de Aramis (afluente del río Awash) está situada en el curso medio del río Awash, al este de Etiopía. La erosión ha dejado al descubierto una gran serie de cortados que permiten estudiar grandes secuencias estratigráficas. Las secuencias más antiguas encontradas en la región del Awash Medio corresponden al Mioceno final y no se han encontrado homínidos fósiles en ellas. La mayoría de los sedimentos expuestos son del Plioceno y, hasta los descubrimientos de Aramis, los fósiles de homínidos más antiguos hallados en el curso medio del río Awash, correspondían a *Australopithecus afarensis*, con una edad entre 3,4 y 3,8 millones de años de antigüedad.



Figura 3.1.5 Región de Aramis, Etiopía. Situada en el extremo norte del Rift Valley.



El depósito de los sedimentos fluviales es prácticamente horizontal, e incluye capas volcánicas que han sido datadas por distintos métodos: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, paleomagnetismo y biocronología. La contrastación de todos estos datos sugiere que todos los sedimentos explorados por el equipo de T. White durante las campañas de 1992, 1993 y siguientes, se depositaron entre hace 4,48 millones de años y 4,29 millones de años.

Unas capas volcánicas, situadas una justo por encima y otra por debajo de donde aparecen la mayoría de los fósiles de *Ardipithecus ramidus*, han sido ambas datadas en 4,39 millones de años. En la literatura, se redondea a 4,4 millones de años para *A. ramidus*.

En los niveles donde se han recuperado los restos de *A. ramidus* han aparecido además numerosos restos de fauna y flora. La composición faunística encontrada es única comparada con otros yacimientos de homínidos plio-pleistocenos. Hay una gran abundancia de un tipo de mono colobino y de un antílope, un tipo de kudu. Ambos animales son típicos de selva, lo cual sería un indicador del tipo de hábitat que ocuparía *A. ramidus*. Además aparecen carnívoros muy diversos, como hienas, nutrias, y se cita la presencia más antigua de un primitivo oso, el *Agrotherium*.

A. afarensis se asocia a hábitats mucho más abiertos, de forma que el descubrimiento de *A. ramidus* como un homínido de pluvisilva plantea nuevas cuestiones ecológicas relacionadas con el origen y la aparición del primer homínido.

Si el primer homínido era bípedo, tenía mayores posibilidades en un nuevo hábitat como las zonas de bosque más abierto, situación que sí se da en *A. afarensis*. Pero como hemos visto, *A. ramidus* parece que vivía en un tipo de bosque cerrado húmedo y no sabemos si andaba sobre sus dos piernas o su locomoción era de otro tipo. Pero desde luego sí sabemos que era un homínido.

Todos los fósiles encontrados en el territorio de Aramis aparecen bastante fracturados, en algunos casos muy fracturados y en su mayoría aparecen marcas de carnívoros. Esto se interpreta como incursiones frecuentes de los carnívoros en una zona donde aparecían cadáveres. En general no muestran marcas erosivas producidas por un gran transporte, de lo cual se infiere que murieron en la zona o próximos a ella.

3.7. Expectativas y estado de la cuestión desde la aparición de *Ardipithecus ramidus*.

Del etíope *Ardipithecus ramidus* sólo se han publicado dientes y material fragmentario, y estamos a la espera de que den a conocer el esqueleto parcial y otros fósiles hallados en campañas siguientes. Este fósil ha resultado polémico, como siempre que aparece un nuevo espécimen y más aún si se describe como nuevo género y especie.

Algunos científicos son escépticos en cuanto a su condición de homínido, por lo estrecho de sus molares y el esmalte fino de sus dientes, rasgos ambos propios de los grandes simios. Pero aún así, podía ser lo característico de la especie primitiva. En opinión de la gran mayoría, la morfología de sus caninos superiores (con mayor semejanza a incisivos), y el tipo de desgaste dental, son argumentos (rasgos) suficientes para determinar que debe estar en el linaje de los homínidos y no en el de los simios antropoides.

La evidencia del bipedismo, sugerida por la posición del foramen magnum, queda por confirmarse o desmentirse con los nuevos hallazgos. También es este un punto polémico y argumento que utilizan en su contra los detractores.

En cualquier caso debemos resaltar que, aunque hasta la fecha todos los homínidos recuperados son bípedos, es ésta una condición suficiente para determinar si un fósil pertenece a nuestra familia, pero no necesaria. Por supuesto todo esto depende de la definición de homínido que se utilice, pero con los criterios de clasificación actuales, basta un solo rasgo compartido con los demás homínidos y que a su vez no lo presenten los chimpacés para que ese hueso fósil sea considerado un homínido, por muy insignificante en tamaño, espectacularidad, etc. que ese rasgo sea. En el caso de *Ardipithecus ramidus*, ese pequeño y definitivo rasgo está ya presente en la morfología del complejo canino superior/tercer premolar inferior.

Otros descubrimientos, como el *Australopithecus anamensis* hallado en los yacimientos de Kanapoi y Allia Bay, en Kenia, ratifican la existencia de un homínido muy antiguo con características próximas a *Australopithecus afarensis* (en la dentición y el bipedismo) hace casi 4 millones de años, en un entorno más abierto que los bosques de Aramis donde vivió *Ardipithecus ramidus*. Algunos autores discuten que *A. ramidus* y *A. anamensis* están demasiado próximos en el tiempo y son demasiado distintos como para derivar una de otra y estar ambas en la base del linaje que dio lugar a *Homo*. Cuando conozcamos los resultados de las investigaciones de las nuevas evidencias fósiles halladas para ambas especies, podremos concretar más las preguntas sobre las raíces más remotas de nuestro linaje.

4. Actividades

Actividad 1

Sobre un esquema de las denticiones humana, de un chimpancé y de un homínido primitivo tipo *Australopithecus*, señalar las semejanzas y diferencias fundamentales. Añadir la evidencia de *A. ramidus* y discutirla.

Actividad 2

Analizar los ecosistemas correspondientes a [homínidos](#) y [hominoideos](#) de distintas cronologías y discutir el posible hábitat del primer homínido.

5. Autoevaluación

1. ¿Cuándo establecen las evidencias moleculares y el registro fósil que tuvo lugar la separación entre homínidos y chimpancés?

- a) Hace 4,4 millones de años
- b) Hace más de 15 millones de años
- c) Hace unos 5 millones de años

2. Lo que se conoce principalmente del esqueleto de *Ardipithecus ramidus* hasta la fecha es:

- a) Dientes y fragmentos de cráneo
- b) Dientes, fragmentos de cráneo y parte de un brazo

3. ¿Qué rasgo es de homínido en la muestra de *Ardipithecus ramidus*?

- a) El bipedismo
- b) El tamaño relativo y la morfología de los caninos
- c) El esmalte grueso
- d) a y b son ciertas

4. ¿Dónde se han encontrado los restos de *Ardipithecus ramidus*?

- a) Tanzania
- b) Kenia
- c) Etiopía
- d) a y c son ciertas.

5. ¿Existen dataciones absolutas en el yacimiento de Aramis?

- a) Sí
- b) No
- c) Sí, además de dataciones relativas

6. ¿Qué edad cronológica se ha determinado para *Ardipithecus ramidus*?

- a) 4,4 millones de años de antigüedad
- b) 4,1 millones de años de antigüedad
- c) 3,9 millones de años de antigüedad
- d) 5 millones de años de antigüedad

7. Los detractores de *Ardipithecus ramidus* como homínido se basan en:

- a) Que no es bípedo
- b) Que los molares son estrechos
- c) Que el esmalte de los dientes es fino
- d) b y c son ciertas

8. *Ardipithecus ramidus* se distingue de *Australopithecus afarensis* en:

- a) Caninos relativamente más grandes
- b) Primer molar deciduo inferior semejante al de un chimpancé
- c) Dientes molares grandes
- e) Esmalte dental fino
- f) a y b son ciertas
- g) a,b y e son ciertas

9. El tipo de hábitat determinado por la fauna acompañante de *A. ramidus* era:

- a) Tipo sabana
- b) Tipo bosque cerrado húmedo
- c) Tipo bosque abierto
- d) a y c son ciertas

10. La estatura estimada de *Ardipithecus ramidus* era:

- a) Entre 1 m y 1,50 m
- b) Más de 1,50 m
- c) Menos de 1 m

11. El número mínimo de individuos que representa la muestra publicada de *Ardipithecus ramidus* es:

- a) sólo un esqueleto
- b) al menos dos
- c) entre 12 y 15
- d) al menos 16

6. Soluciones

1. ¿Cuándo establecen las evidencias moleculares y el registro fósil que tuvo lugar la separación entre homínidos y chimpancés?

c) Hace unos 5 millones de años

2. Lo que se conoce principalmente del esqueleto de *Ardipithecus ramidus* hasta la fecha es:

b) Dientes, fragmentos de cráneo y parte de un brazo

3. ¿Qué rasgo es de homínido en la muestra de *Ardipithecus ramidus*?

b) El tamaño relativo y la morfología de los caninos

4. ¿Dónde se han encontrado los restos de *Ardipithecus ramidus*?

a) Tanzania

5. ¿Existen dataciones absolutas en el yacimiento de Aramis?

c) Sí, además de dataciones relativas

6. ¿Qué edad cronológica se ha determinado para *Ardipithecus ramidus*?

a) 4,4 millones de años de antigüedad

7. Los detractores de *Ardipithecus ramidus* como homínido se basan en:

b) Que los molares son estrechos

c) Que el esmalte de los dientes es fino

d) b y c son ciertas

8. *Ardipithecus ramidus* se distingue de *Australopithecus afarensis* en:

a) Caninos relativamente más grandes

b) Primer molar deciduo inferior semejante al de un chimpancé

e) Esmalte dental fino

g) a,b y e son ciertas

9. El tipo de hábitat determinado por la fauna acompañante de *Ardipithecus ramidus* era:

b) Tipo bosque cerrado húmedo

10. La estatura estimada de *Ardipithecus ramidus* era:

a) Entre 1 m y 1,50 m

11. El número mínimo de individuos que representa la muestra publicada de *Ardipithecus ramidus* es:

d) Al menos 16

Unidad 2, Los primeros primates,
Australopithecus



Australopithecus africanus, el "niño de Taung"

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Introducción
- 3.2 Antecedentes
- 3.3 Gráciles y Robustos: *Australopithecus* versus *Paranthropus*
- 3.4 Caracterización del género *Australopithecus*
- 3.5 Las especies del género *Australopithecus*. Cronología y distribución geográfica
 - 3.5.1 La hipótesis conocida como "East side story"
- 3.6 *Australopithecus anamensis*
 - 3.6.1 Registro, localización y cronología
 - 3.6.2 Morfología de *Australopithecus anamensis*
 - 3.6.3 *Australopithecus anamensis*: ¿el primer bípedo?
- 3.7 El bipedismo
 - 3.7.1 Las huellas de Laetoli
 - 3.7.2 Hipótesis que explican el porqué del bipedismo
- 3.8 Dimorfismo sexual
- 3.9 *Australopithecus afarensis*
- 3.10 *Australopithecus bahrelghazali*
 - 3.10.1 Morfología de *A. bahrelghazali*
- 3.11 *Australopithecus africanus*
- 3.12 *Australopithecus garhi*
- 3.13 Relaciones evolutivas

4. Actividades

5. Autoevaluación

2. Resumen del tema

Desde que Raymond Dart definió el primer **australopiteco** en 1925 como *Australopithecus africanus*, se han recuperado numerosos fósiles de estos primeros **homínidos** que han sido incluidos dentro de este **género**. Hasta 1995, fueron especialmente pródigos los yacimientos de Sudáfrica (donde se han rescatado fósiles de *A. africanus*, principalmente) y el este de África, donde se definió una especie de australopiteco más antigua, y hoy muy bien conocida: *A. afarensis*. Gracias a estas dos especies la caracterización de esta línea de **homínidos** primitiva es muy precisa. Se trata de especies de pequeño tamaño corporal, con una capacidad craneal ligeramente superior a la de los chimpancés, **bípedos** (los rasgos de adaptación al bipedismo de la tibia de *A. anamensis* hallada en Kanapoi retrasaría medio millón de años el desarrollo de una locomoción bípeda), pero que conservan algunos rasgos primitivos en sus extremidades, como las proporciones entre sus miembros o las falanges más o menos curvas. Desde 1995, se han rescatado fósiles de cronología aún más antigua y que se han ido asignando a nuevas especies: *A. anamensis*, de los yacimientos keniatas de Allia Bay y Kanapoi, con una edad alrededor de los 4 millones de años; *A. bahrelghazali*, el primer homínido recuperado al oeste de África y, más recientemente, *A. garhi*, un homínido esteafricano que parece constituir la primera evidencia de utilización de instrumentos para descarnar y acceder a la médula ósea como una nueva fuente de alimento.

El primer homínido conocido, *Ardipithecus ramidus*, ocupa la base del árbol filogenético. Por su primitivismo, se considera el antepasado común a todos los demás **homínidos**. A continuación se sitúa *A. anamensis* como descendiente de *A. ramidus* y puede ser el antecesor de la siguiente especie, *A. afarensis* y/o de una especie aún no conocida que diera lugar a *A. africanus* y al primer *Homo*.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Introducción

Se conoce como australopitecos al conjunto de **homínidos** fósiles que antedatan o son contemporáneos de los primeros representantes del **género Homo**. Se caracterizan por tener un cerebro pequeño, dientes postcaninos grandes y ser **bípedos**, aunque con rasgos primitivos en su esqueleto postcraneal.

Dentro de esta agrupación no se incluye al primer homínido conocido, *Ardipithecus ramidus* (ver la unidad didáctica anterior), ni tampoco, siguiendo la opinión más generalizada, a los parántropos o "australopitecos robustos". De este modo, el género *Australopithecus* cuenta, en la actualidad, con cinco especies conocidas: *A. anamensis*, *A. afarensis*, *A. bahrelghazali*, *A. africanus* y *A. garhi*, que abarcan un rango cronológico desde hace 4,2 millones de años hasta hace unos 2 millones de años.

Este grupo de "**australopitecos** gráciles" contaba, hasta muy recientemente, sólo con dos especies, *A. afarensis* y *A. africanus*, pero desde el año 1995 se han encontrado nuevos fósiles de **homínidos** antiguos que se han incluido en este género. Así como de *A. afarensis* y *A. africanus* hay muchos restos y son especies muy bien conocidas, las "nuevas" especies definidas cuentan aún con pocos restos dentro de su hipodigma. En muchos casos es difícil asegurar si las asociaciones entre restos craneales y postcraneales pertenecen a la misma especie, o son restos de dos especies distintas coexistiendo en un mismo momento y lugar.

3.2 Antecedentes

En 1925, el neuroanatomista Raymond Dart publicaba en la revista "Nature" el hallazgo de un cráneo infantil fósil, con su mandíbula y el molde endocraneal, conocido como el "Niño de Taung" (Figura 3.2.1). Lo describió como perteneciente a una "raza extinta de simios intermedia entre los antropoides vivos y el hombre", a la que denominó *Australopithecus africanus*, "simio del sur de África".



Figura 3.2.1 Réplica del "Niño de Taung" (*Australopithecus africanus*) comparada con un chimpancé de una edad similar, unos tres años.

Los argumentos científicos que llevaron a Dart a vincular este fósil a nuestra genealogía fueron que, a pesar de su cara de simio, la organización del cerebro le pareció más humana, y después identificó otros rasgos: el *foramen magnum*, la apertura por la que la médula espinal se conecta con el interior del cráneo, estaba en una posición inferior y no retrasada (ver Figura 3.2.2 e), lo cual indicaba que ese individuo tenía la cabeza en la vertical del cuerpo y no por delante, en otras palabras: era *bípedo* y no un cuadrúpedo. Se trataba de un "simio" (pues las dimensiones de su cerebro corresponderían en el adulto a las de un antropomorfo actual, y sus rasgos también eran bastante simiescos) pero que andaba con el cuerpo erguido.

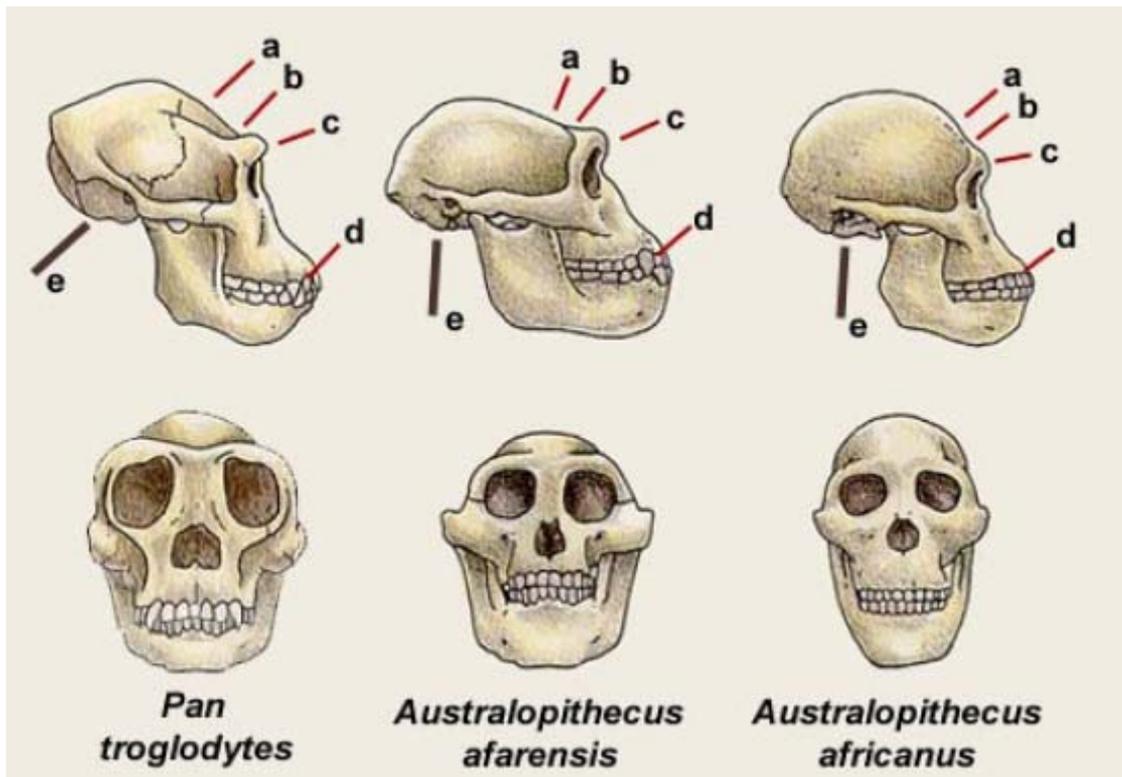


Figura 3.2.2 Comparación de los dos tipos mejor conocidos de *Australopithecus* comparadas con un chimpancé (*Pan*). a. inclinación de la frente, b. presencia/ausencia de un surco sobre el *torus* supraorbitario, c. *torus* supraorbitario (robusto o no), d. morfología del canino y la presencia/ausencia de *diastema*, e. posición del *foramen magnum*.

R. Dart y su trabajo fueron criticados e ignorados durante mucho tiempo, por tres motivos principales. Por una parte, los investigadores de la época estaban convencidos de que el origen de la humanidad debía encontrarse en Asia y no en África. El origen africano de la humanidad ya había sido sugerido por el mismo Darwin. Los importantes y espectaculares descubrimientos que se estaban llevando a cabo en Java y China, especialmente en el yacimiento de Zoukoudian, cerca de Pekín, parecían confirmar esta hipótesis. Por otro lado, para confundir aún más las cosas, los fósiles de *Homo erectus* que aparecían en este yacimiento mostraban un tamaño cerebral muy superior al estimado para el adulto de *Australopithecus*, evidencia que coincidía con las premisas de la época que postulaban un aumento de la capacidad craneal como "motor del cambio" en la evolución humana. En esta misma línea, el "fósil de Piltdown", un fraude formado por la mandíbula de un orangután y restos de un cráneo humano encontrados en Sussex (Inglaterra), encajaba muy bien en este esquema de evolución preconcebido. Por último, Las primeras dataciones del yacimiento de Taung daban fechas mucho más recientes que las que finalmente han resultado ser. De este modo, resultaba que el niño de Taung era demasiado moderno para ser un buen candidato como ancestro de los humanos.

Fue el investigador Robert Broom quien, años después, reivindicó al profesor Dart. Descubrió en el yacimiento de Sterkfontein, también en Sudáfrica, restos de un homínido que reconoció como *Australopithecus*. Nuevas excavaciones en otras cuevas próximas dieron como resultado el hallazgo de [homínidos](#) también muy antiguos en Swartkrans, Kromdraai y Makapansgat.

Tras una fiebre donde cada nuevo fósil recibía un nuevo nombre, los hallazgos de Sudáfrica fueron clasificados de la siguiente forma: en las cuevas Taung, Sterkfontein y Makapansgat se encuentra la forma grácil de [australopiteco](#), *Australopithecus africanus*, y en los yacimientos de Swartkrans y Kromdraai la forma robusta, *Paranthropus robustus*.

3.3 Gráciles y Robustos: *Australopithecus* versus *Paranthropus*

Desde finales de la década de los años 50 y principios de los 60, se entra en uno de esos períodos en la [Paleoantropología](#) donde cada nuevo fósil recibe un nuevo nombre. John Robinson, estudiante de R. Broom, realizó un análisis de las formas de [australopitecos](#) existentes y concluyó que existían únicamente dos líneas bien diferenciadas, una línea grácil que sólo incluiría a *Australopithecus africanus*, exclusiva de África del sur, y una segunda línea más derivada y robusta, que incluiría a *Paranthropus robustus* y *Zinjanthropus boisei*, presente en Sudáfrica y también en el este de África. Propuso "la hipótesis de la dieta" como explicación para justificar la inclusión de todas las formas gráciles bajo el [género](#) de *Australopithecus* y de todas las formas robustas en el género *Paranthropus*. Según esta hipótesis, Robinson explicaba que las formas más antiguas y con rasgos en la dentición más generalizados (y primitivos) de los *A. africanus* correspondían a una clase de dieta generalista de tipo omnívora, mientras que los cambios tan acusados en la dentición y en el cráneo de los robustos serían consecuencia de una adaptación a un tipo de dieta vegetariana. Otros investigadores como Wolpoff y Tobias consideraban que no se justificaba esta separación de géneros, y que todas deberían considerarse [especies](#) distintas dentro de un único género, *Australopithecus*.

La separación entre "gráciles" y "robustos" se refiere principalmente a las diferencias que existen en el cráneo y los dientes, aunque hay cierta tendencia por parte de algunos autores a considerar que existen también diferencias corporales. En realidad, la estructura del cuerpo no difiere significativamente entre gráciles y robustos, ni en talla ni en peso.

Hoy día siguen existiendo estas dos escuelas, y resulta más clara la separación de ambas formas (líneas) en dos [géneros](#) distintos.

3.4 Caracterización del género *Australopithecus*

En esta sección se enumeran algunas de las características principales del género *Australopithecus* que estableció R. Dart cuando definió el nuevo género, y que luego matizó Philip Tobias, otro investigador sudafricano. (Figura 3.2.2).

En el cráneo:

- Capacidad craneal relativamente pequeña. Promedios conocidos: *A. afarensis* 400-500 cc ; *A. africanus* 428-500 cc; *A. garhi* 450 cc.
- Paredes craneales delgadas.
- Bordes supraorbitarios robustos.
- Protuberancia occipital externa por debajo del plano de Frankfurt.
- Flexión basicraneal.
- Posición anterior de los cóndilos occipitales.
- Orientación del *foramen magnum* en un plano casi horizontal.
- **Prognatismo** subnasal moderado.
- Huesos maxilares masivos.

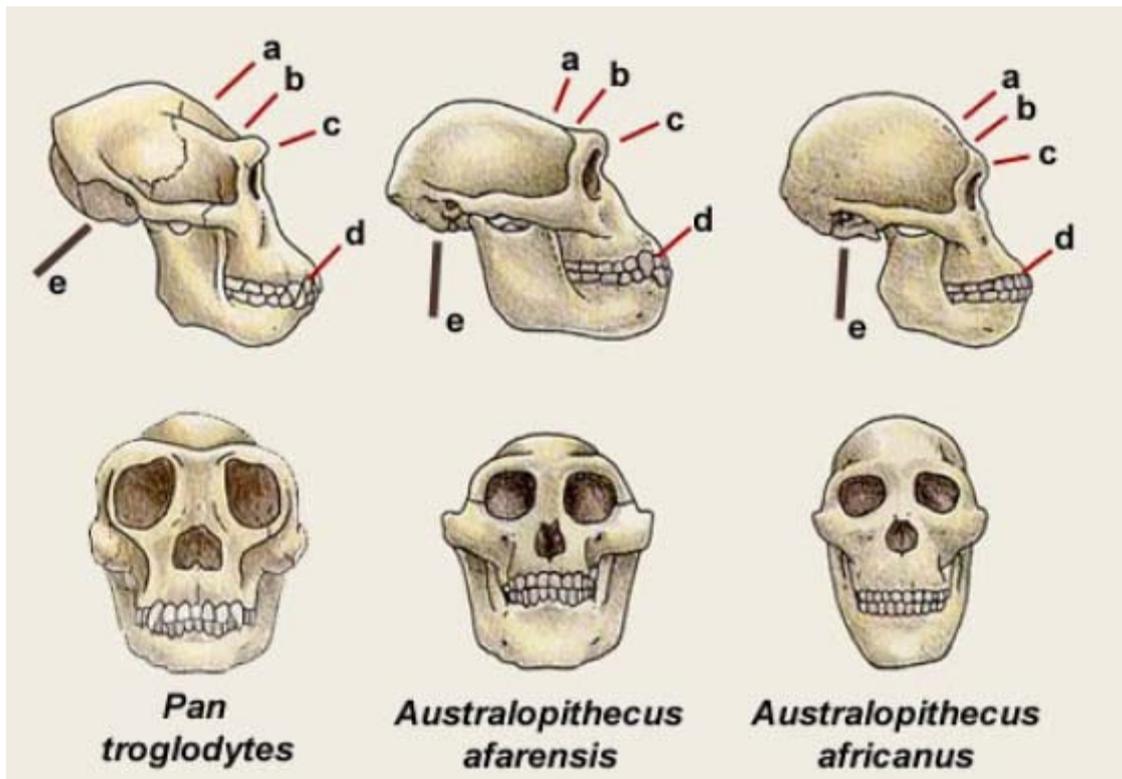


Figura 3.2.2 Comparación entre los dos tipos mejor conocidos de *Australopithecus* comparadas con un chimpancé. a. inclinación de la frente; b. presencia/ausencia de un surco sobre el torus supraorbitario; c. *torus* supraorbitario (robusto o no); d. morfología del canino y la presencia/ausencia de diastema y e. posición del *foramen magnum*.

En la mandíbula (figura 3.2.3):

- Mandíbulas masivas y robustas.
- Arco mandibular interno en "V" o "U" aguda.
- Arcada dental parabólica sin **diastema**.

En los dientes:

- Caninos espatulados con desgaste perpendicular al diente.
- Premolares y molares absoluta y relativamente grandes.

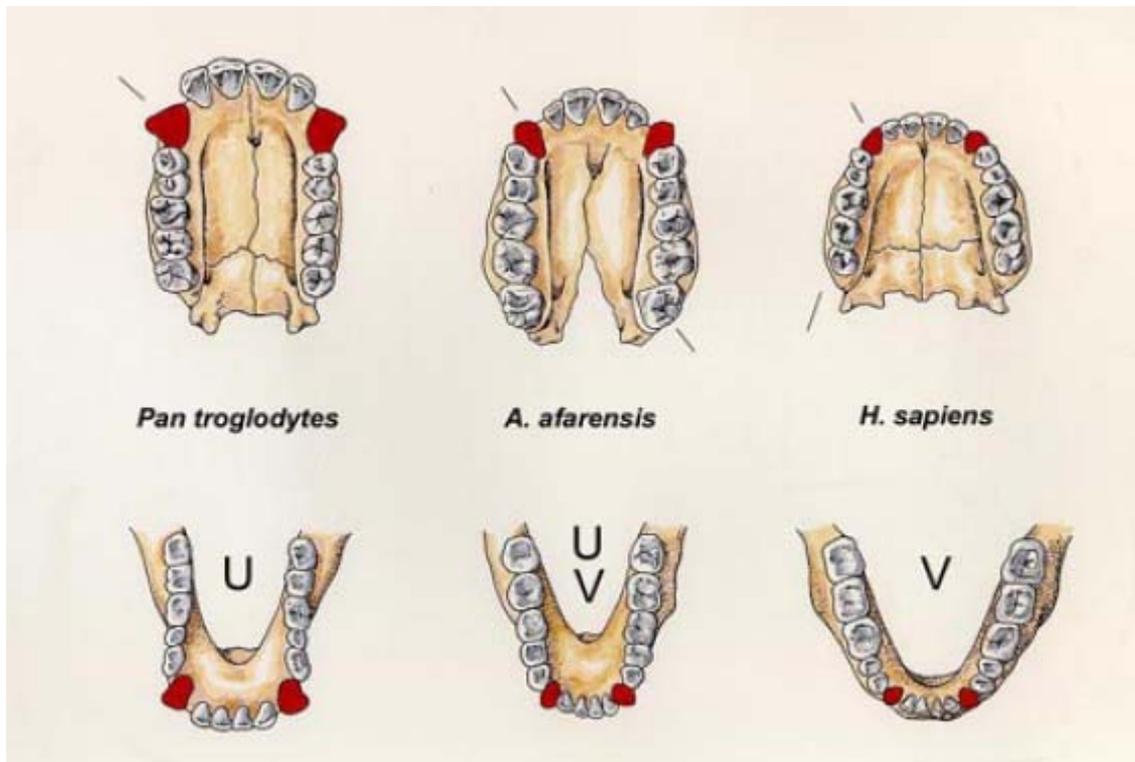


Figura 3.2.3 Comparación entre los maxilares superiores y las mandíbulas de un chimpancé, *A. afarensis* y *H. sapiens*. Obsérvase la forma de las series dentarias (de "U" en chimpancé, de "V" en **Homo** y entre "U" y "V" en *A. afarensis*). Las series postcaninas maxilares son paralelas en el chimpancé, parabólicas en *Homo* y más o menos paralelas en *A. afarensis*, con el M3 hacia dentro; el tamaño y la forma de los caninos: grandes y cónicos en el chimpancé, muy pequeños y espatulados en *Homo* y espatulados y más pequeños que en el chimpancé en *A. afarensis*.

En el esqueleto postcraneal:

- Los **australopitecos** son **bípedos**. Presentan modificaciones en la pelvis y el miembro posterior propias de la **bipedestación** (Ver figura 3.2.4)

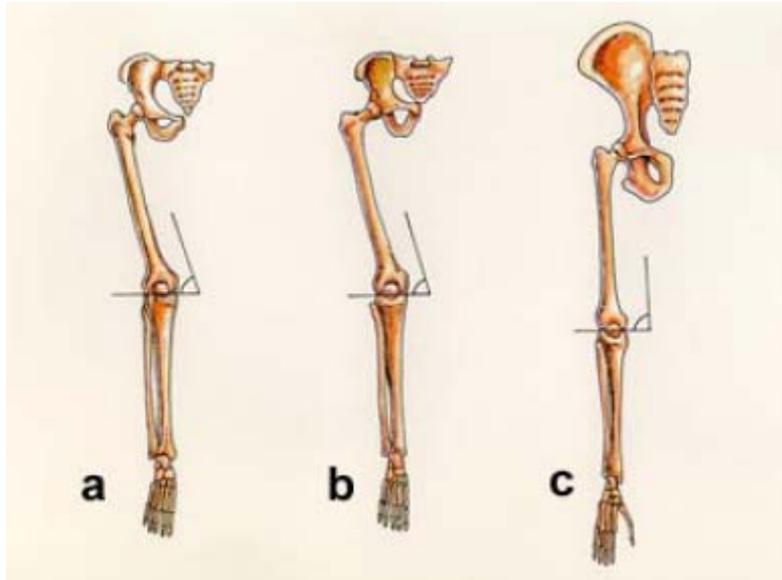


Figura 3.2.4 Comparación entre el miembro inferior y la pelvis de un *Homo sapiens* (a), *Australopithecus afarensis* (b) y *Pan troglodytes* (c). Sobre la articulación de la rodilla se ha señalado el ángulo que forman el eje vertical del fémur con la superficie articular, el ángulo es recto en el chimpancé puesto de pie, mientras que en los **homínidos** es un ángulo más cerrado.

3.5.1 La hipótesis conocida como "East side story"

Por sus dataciones, el orden cronológico que ocupan las especies de *Australopithecus*, por detrás de *Ardipithecus ramidus*, es: *Australopithecus anamensis*, *A. afarensis*, *A. bahrelghazali*, *A. africanus* y *A. garhi*

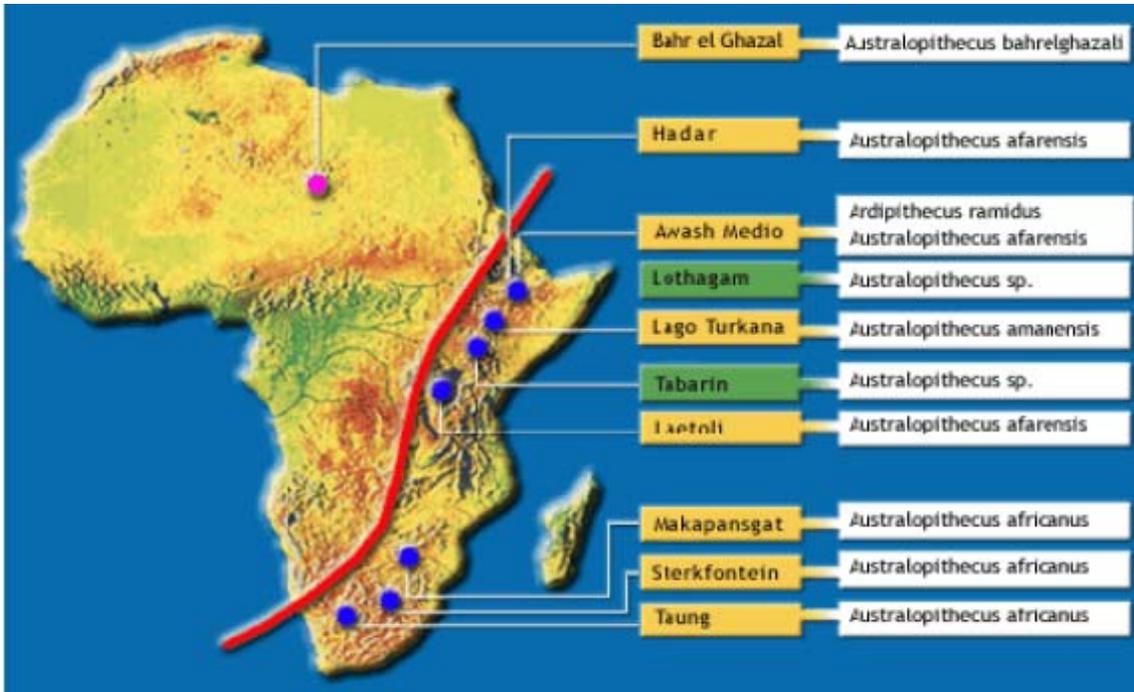


Figura 3.2.5 Localización de los principales yacimientos con fósiles de *Ardipithecus* y *Australopithecus*. Con la excepción del yacimiento del Chad, (ver texto), los yacimientos se alinean con el Rift Valley que divide África en dos regiones.

Según el registro fósil, las primeras formas de homínidos (australopitecos + ardipitecos en sentido amplio) se encuentran en el este de África (ver figura 3.2.5). Después se produjo una migración hacia el sur y, según el descubrimiento del australopiteco del Chad, también hacia el centro de África hace, al menos, 3,5 millones de años.

No hay homínidos fósiles tan antiguos (entre 4,4 y 2 millones de años) fuera del continente africano.

3.5 Las especies del género *Australopithecus*. Cronología y distribución geográfica

En 1983, Y. Coppens propuso una hipótesis sencilla que podía explicar la proximidad genética del chimpancé y el hombre y, a su vez, porqué nunca se encuentran asociados en yacimientos africanos. Su respuesta fue que chimpancés y **homínidos** *nunca estuvieron juntos*. La distribución actual de chimpancés y gorilas se limita a las regiones forestales de los trópicos de África, teniendo como límite hacia el este el valle del Rift (gran surco que recorre el este de África de norte a sur). Por otro lado, todos los yacimientos de **homínidos** con una antigüedad superior a los tres millones de años se encuentran al este del valle del Rift.

Según su hipótesis, el valle del Rift no constituía una verdadera barrera biogeográfica como para dividir el África ecuatorial antes de la separación de la línea que dio lugar a los **homínidos** y la que dio lugar al chimpancé. Los bosques donde vivía el antepasado común a estas dos líneas presentaban continuidad desde el océano Atlántico hasta el Índico. Hace 8 millones de años un cambio tectónico provocó dos movimientos diferentes: el hundimiento que originó el valle del Rift y el levantamiento de la línea de montañas que forma el borde oriental del valle (ver la línea que representa la separación este-oeste en la figura 3.2.5). Estos cambios provocaron la modificación de la circulación atmosférica. Las masas de aire del este mantienen un régimen abundante de precipitaciones. Las masas de aire del oeste, al chocar contra la gran meseta del Tíbet, originaron un tipo de ciclos estacionales, que conocemos como monzones. De este modo, el este de África quedó dividido en dos zonas con diferentes climas y vegetaciones: el oeste continuó teniendo un clima húmedo y conservó sus selvas y bosques, mientras que el este se volvió más árido y aumentaron los espacios abiertos tipo sabana. La población ancestral se dividió en dos subpoblaciones, más numerosa la occidental que la oriental. Es tentador pensar que esta separación fue la causa de la divergencia de los dos grupos: los descendientes occidentales siguieron adaptados a la vida forestal y dieron lugar a los chimpancés y gorilas; los descendientes orientales desarrollaron toda una serie de características para adaptarse a un nuevo tipo de vida hacia medios más abiertos y dieron lugar a los **homínidos**.

Según los nuevos fósiles que conocemos hoy, se podrían matizar algunos puntos de esta hipótesis. La existencia de *Ardipithecus ramidus* como antepasado de los **homínidos** hace 4,4 millones de años, y las pruebas que sitúan la **cladogénesis** con los chimpancés hace alrededor de 5 millones de años, situarían esa división de la población ancestral en dos subpoblaciones entre los 6 y 5 millones de años.

El descubrimiento del [australopiteco](#) del Chad, con una edad de 3,5 millones de años, ha sido planteado como argumento que invalidaría la "East side story". En principio, *A. bahrelghazali* puede tratarse de una [especie](#) que "emigró" del este de África con posterioridad a la separación de las dos líneas, y no necesariamente supone una evidencia en contra del origen único y esteafricano de los [homínidos](#).

3.6 *Australopithecus anamensis*

3.6.1 Registro, localización y cronología

El registro publicado de *Australopithecus anamensis* (figura 3.2.6) después de la primera etapa de excavaciones, en 1994, casi treinta años después del primer hallazgo, consiste en 9 restos dentales, craneales y postcraneales de la localidad de Kanapoi, Kenia. En esta especie se ha incluido el fragmento distal derecho de húmero encontrado por B. Patterson en Kanapoi, en 1965. En otro yacimiento, Allia Bay, se recuperaron 12 restos, principalmente dientes, pero también se incluyen un fragmento de mandíbula y un radio izquierdo, que fueron asignados a esta nueva especie. Desde 1995 a 1997 se recuperaron 11 nuevos especímenes en Allia Bay, principalmente dientes y algún fragmento de maxilar, y en Kanapoi 24 nuevos ejemplares, que comprenden dientes (algunos asociados con restos recuperados anteriormente), fragmentos mandibulares, una falange proximal de mano y un hueso grande.

Ambas localidades están muy bien datadas por técnicas radiométricas. En Kanapoi, la datación más antigua corresponde a los niveles de la secuencia donde se recuperó la mandíbula tipo, con una edad alrededor de 4,2 millones de años. Otra parte de la secuencia de Kanapoi tiene una cronología comprendida entre 4,1 y 3,5 millones de años. Los homínidos de Allia Bay tienen una edad de unos 3,9 millones de años de antigüedad.

3.6.2 Morfología de *Australopithecus anamensis*

Las mandíbulas y los dientes de *A. anamensis* (ver figura 3.2.6) presentan rasgos que recuerdan a *A. afarensis*, pero existen diferencias muy claras. Aunque es evidente que se trataba de un australopiteco, el conjunto de características primitivas que se observan demandaba el nombramiento de una nueva especie para estos homínidos: *Australopithecus anamensis*. En la lengua Turkana, *anam* significa "lago", nombre elegido por la proximidad del yacimiento al gran lago esteafricano Turkana, y como recordatorio del gran lago que existió en estas desiertas zonas en esa época, el lago Lonyumun.

La dentición de *A. anamensis* presenta el esmalte dental grueso, lo cual tiene implicaciones importantes. Por un lado, significa que *A. anamensis* había cambiado sus hábitos alimenticios respecto al antecesor, *Ardipithecus ramidus* y, probablemente, empezaba a colonizar espacios más abiertos. Por otro lado, implica que es una clara apomorfía de los homínidos y por lo tanto *A. anamensis* es un buen candidato para estar en la base del árbol de todos los demás homínidos.

El holotipo de la especie es una mandíbula que conserva todos los dientes, cuyo número de catálogo es KNM-KP-29281.



Figura 3.2.6 Maxilar y mandíbula de *Australopithecus anamensis*. **Holotipo** KNM-KP-29281.

En *A. anamensis*, las filas de la dentición son más rectas y paralelas entre sí que las que presenta *A. afarensis* (Comparar con los especímenes de la figura 3.2.3)

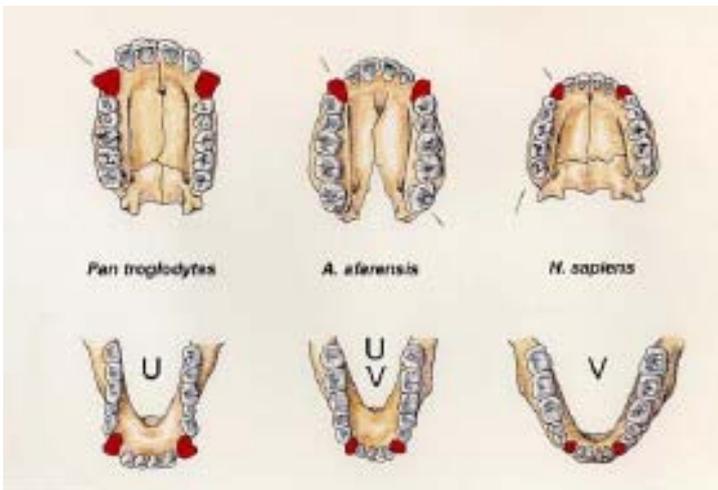


Figura 3.2.3

Comparación entre los maxilares superiores y las mandíbulas de un chimpancé, un *A. afarensis* y un *Homo sapiens*. Observar la forma de las series dentarias y el tamaño relativo de los dientes.

3.6.3 *Australopithecus anamensis*: ¿el primer bípedo?

Los extremos superior e inferior de una tibia derecha (ver figura 3.2.7), recuperados en Kanapoi, presentan evidencias anatómicas que, según los autores de su descubrimiento y publicación, son claras pruebas de que el individuo al que perteneció esa tibia era bípedo. Las superficies articulares **proximales**, que articulan con el fémur, son cóncavas como en los humanos y el extremo **distal**, que forma la articulación del tobillo, presenta un engrosamiento que "soporta" los esfuerzos producidos durante la locomoción bípeda.

Figura 3.2.7

Extremos **distal** y **proximal** de la tibia derecha de *A. anamensis*



3.7 El bipedismo

La marcha bípeda es uno de los principales rasgos que nos convierte en **homínidos**. Aunque también sobre este punto hay discusión, el bipedismo (o **bipedalismo**) es una de las características de nuestra **familia** que antes aparecieron. A pesar de que durante mucho tiempo el registro ha sido escaso y fragmentario, además de difícil de interpretar, existen algunos huesos con una serie de características (modificaciones con respecto a los antropomorfos) que no ofrecen lugar a dudas. Otros caracteres, como la presencia de falanges curvadas, los brazos proporcionalmente más largos que las piernas, etc., son reminiscencias de un antepasado común braquiador, y a la hora de interpretar la morfología, estos huesos sólo enmascaran el cambio definitivo: los *Australopithecus* ya presentaban las modificaciones para el bipedismo en el complejo pélvico/femoral.

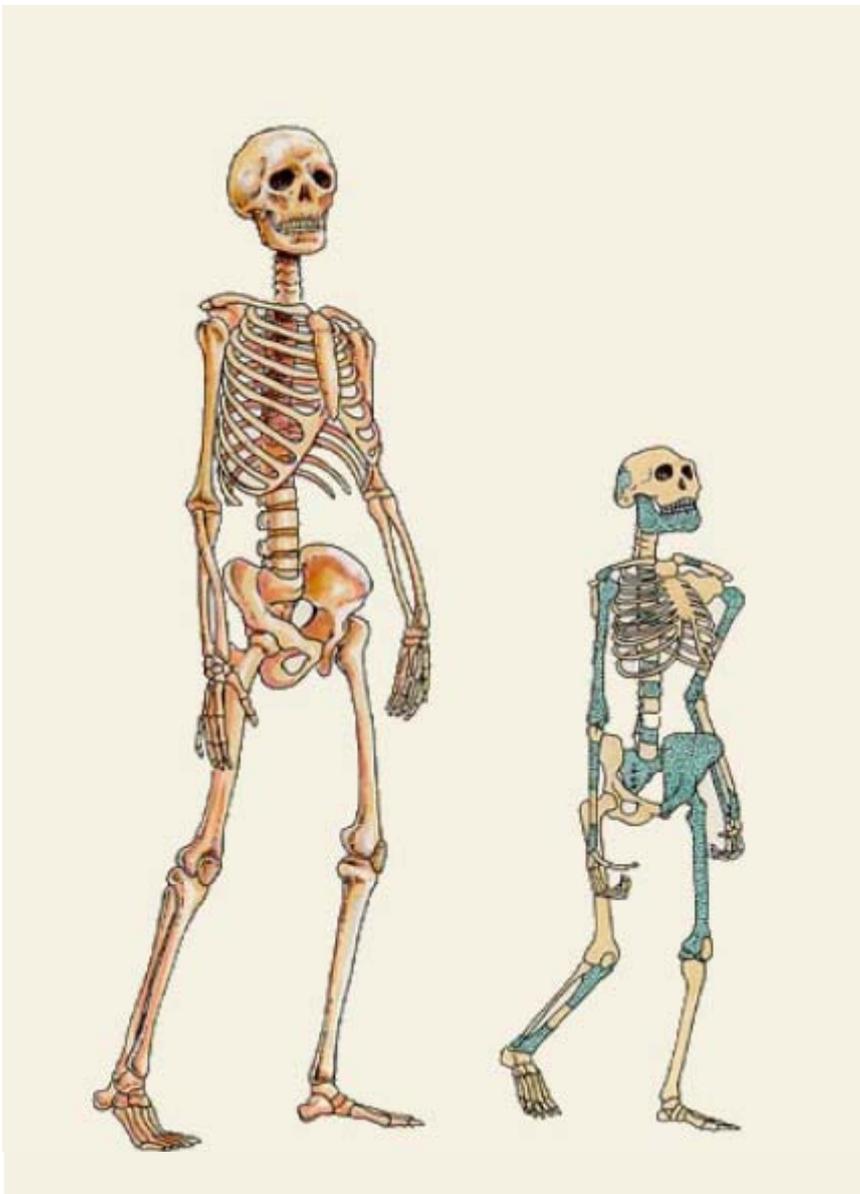


Figura 3.2.8

Reconstrucción del esqueleto de Lucy (*Australopithecus afarensis*) comparada con el esqueleto de una mujer actual de estatura media. Las partes recuperadas de Lucy aparecen sombreadas. Lucy todavía presenta unos brazos muy largos

Sin embargo, muchos de los detractores no se "rindieron" a la evidencia hasta que M. Leakey hizo uno de los grandes descubrimientos de la historia de la [Paleoantropología](#): el rastro de huellas fosilizadas del yacimiento de Laetoli, con una antigüedad de 3,6 millones de años.

3.7.1 Las huellas de Laetoli

Se formaron sobre cenizas muy finas expulsadas por el volcán Sadimán hace 3,6 millones de años. Luego llovió (hay marcas de gotas de lluvia) y el suelo se humedeció. Los [homínidos](#) y otros animales pasaron y dejaron su rastro. El sol salió y secó rápidamente los rastros y, dado el alto contenido en carbonatos, se endureció como el cemento. Cayeron otras capas de cenizas hasta cubrir unos 16-20 cm y las huellas quedaron enterradas y conservadas.

Presentan un patrón morfológico totalmente humano. El golpe de talón está muy marcado, el dedo gordo está completamente alineado al resto de los dedos, el arco plantar medial está bien desarrollado. Las relaciones espaciales entre las huellas presentan un patrón sorprendentemente humano (distancia entre las pisadas, su orientación, etc.).

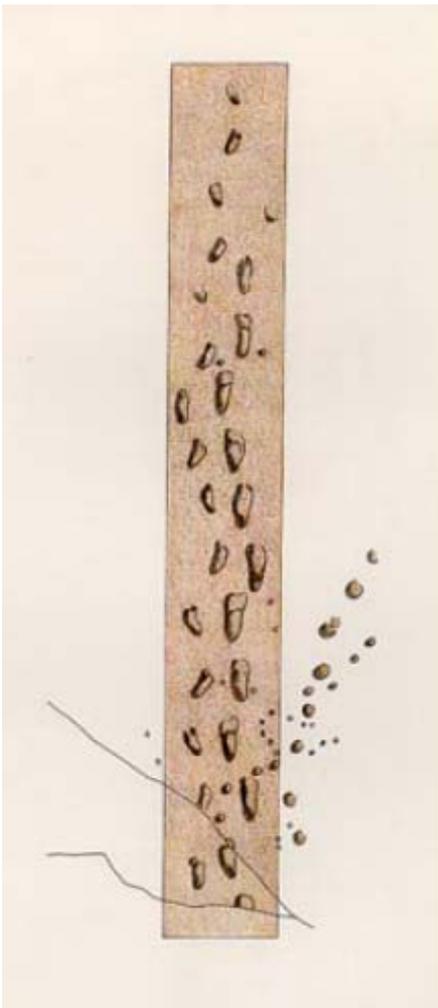


Figura 3.2.9

Pisadas de Laetoli: rastro dejado por *Australopithecus afarensis* hace 3,6 millones de años.

**Rastro 1(G-1): tamaño medio de la zancada: 38,7 cm. Tamaño medio de la huella: 18,5 cm
Al final se excavaron un total de 39 huellas.**

Rastro 2 (G-2 y G-3): se extienden a lo largo de 23,54 m. Tamaño medio de la zancada: 47,2 cm; tamaño medio de la huella (G-2): 21,5 cm. Al final se excavaron un total de 31 huellas.

Se distinguen tres rastros de pisadas. En los años setenta se descubrieron rastros de dos individuos desplazándose hacia el norte. Son dos rastros paralelos, separados entre sí 25 cm, demasiado próximos para dos personas caminando una al lado de la otra. Es posible que siguieran el mismo camino pero que no se produjeron de forma simultánea, dado que las condiciones de ambos rastros son algo diferentes. El primero de los rastros (conocido como rastro G-1), el de pies más pequeños, presenta los contornos nítidos, como si se hubieran formado sobre una superficie firme y compacta (húmeda), mientras el rastro del pie mayor (rastro G-2) tiene los contornos más difusos y agrandados, como si se hubieran producido más bien sobre una superficie seca y polvorienta. El rastro "pequeño", a mitad de camino parece haberse detenido, dado media vuelta hacia la izquierda y vuelto a retomar el camino inicial.

No fue hasta después cuando se dieron cuenta que el rastro situado más al este (Rastro 2) representaba huellas de dos individuos superimpuestas: G-2 la más profunda, G-3 la más superficial

A partir de las huellas se han hecho estimaciones de la estatura, pero con varios presupuestos de partida: 1) los [homínidos](#) de Laetoli tienen proporciones del pie como los humanos, 2) los individuos representados son adultos y 3) las pisadas son buenos indicadores del tamaño del pie. Usando varias poblaciones actuales, el rango obtenido para la mayor de las pisadas: 1,34 m- 1, 56 m y para la de menor tamaño: 1,15 m-1,34 m. estas estimaciones son consistentes con las obtenidas a partir de restos del esqueleto postcraneal de [A. afarensis](#), el candidato más adecuado como responsable de estas pisadas.

Este rastro permite estudiar el tipo de locomoción de los [homínidos](#) que lo produjeron. En las huellas de Laetoli, como en las de un humano actual (ver figura 3.2.10), la transmisión del peso empieza en el talón, sigue a lo largo del borde exterior y termina en el pulgar. Como cabría esperar en un [bípedo](#) como nosotros.

En este yacimiento (Laetoli) se han encontrado restos fósiles de [A. afarensis](#), lo que permite especular con bastante confianza que individuos de esta [especie](#) son los autores de las huellas.

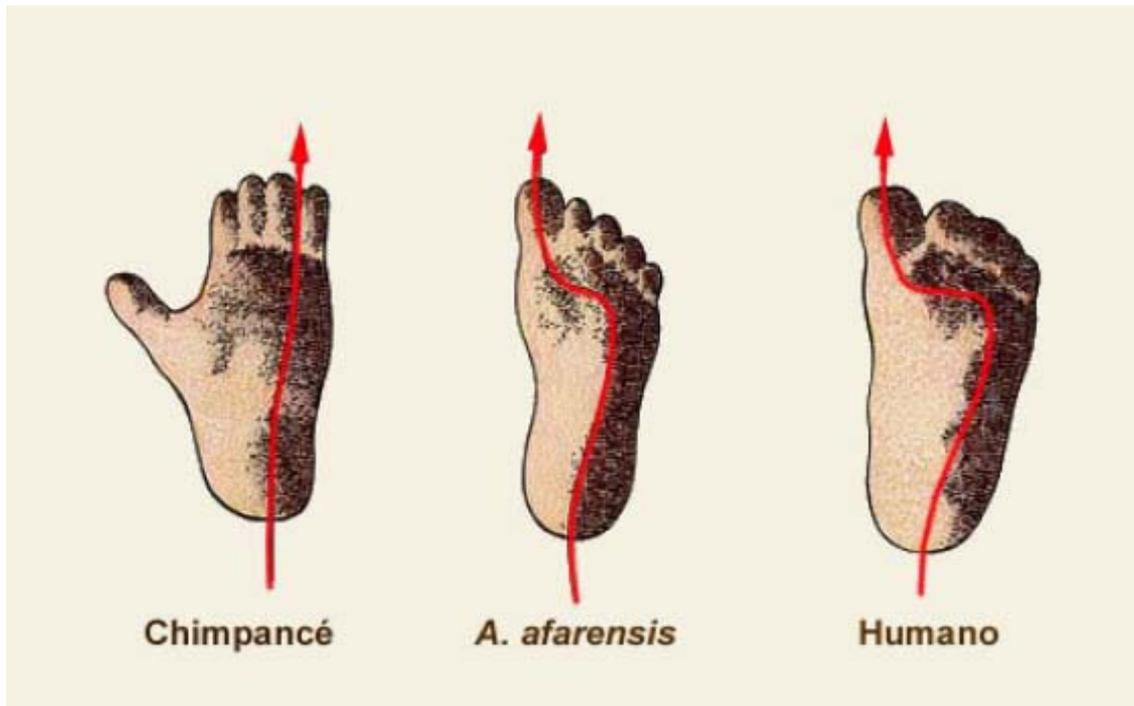


Figura 3.2.10 Siluetas de huellas de un chimpancé, un humano y *Australopithecus afarensis* (Laetoli). Observese las líneas de transmisión del peso en un chimpancé, en *A. afarensis* y en un humano actual.

3.7.2 Hipótesis que explican el porqué del bipedismo

Se han propuesto hipótesis muy diversas para explicar el origen del bipedismo:

- Para poder alcanzar frutos de los árboles.
- Levantarse por encima de las hierbas de la sabana y otear.
- Para liberar las manos de la locomoción y poder elaborar industria lítica y transportar.
- Como adaptación térmica, porque el cuerpo de un **bípedo** expone una menor superficie a la insolación y aleja la cabeza del suelo.

Una hipótesis más elaborada ha sido propuesta por Lovejoy, y se conoce como "La tríada fundamental de la selección natural, reproducirse, comer e invertir en seguridad". Según esta hipótesis, gastar más energía en reproducirse mejor tendría un gran impacto a nivel de selección. Si una hembra pudiera tener más hijos disminuyendo los intervalos entre nacimientos y criando más de un hijo a la vez, esto revertiría en aumentar las posibilidades de dejar un mayor número de descendientes (genes) en la siguiente generación. Esto requeriría que dejara de invertir esfuerzo (energía) en buscar alimento y protegerse. Una forma de lograr esto es que los machos sean los encargados de estas tareas, tareas de acarreamiento que podría llevar a cabo al haber liberado los brazos. Serían necesarios unos vínculos más estables entre machos y hembras, quizás los orígenes de una relación monógama. Esto podría explicar los caracteres sexuales secundarios tan desarrollados de nuestra **especie** y que repercuten en la atracción individual. Tampoco hay signos externos del estro, lo que podría ser una consecuencia de que no existe competencia entre los machos.

3. 8 Dimorfismo sexual

Al margen de las características anatómicas que se pueden estudiar en los fósiles para describirlos y compararlos, existen otros parámetros biológicos que pueden inferirse a partir de los datos métricos y morfológicos como son, por ejemplo, el tamaño y la forma general de los [homínidos](#). A su vez, cuando se incluyen varios individuos se pueden estudiar por evidencias indirectas características biológicas poblacionales, como el comportamiento o las diferencias entre los machos y las hembras de una población dada. Esta última característica se denomina [dimorfismo](#) sexual de una especie.

El dimorfismo sexual en nuestra [especie](#) resulta muy patente a determinados niveles, por ejemplo a nivel de caracteres sexuales secundarios (mamas, distribución del pelo sobre el cuerpo, tono de voz,...) y menos acusado en cuanto a diferencias en tamaño y robustez, sobre todo si comparamos con algunos primates actuales, como el gorila, donde la hembra promedio pesa sólo el 60 por ciento de lo que pesa el macho promedio. En nuestra especie, los varones en el promedio del peso, son un 20% más grandes que las mujeres. Desde una perspectiva etológica, el dimorfismo sexual es un reflejo del grado de competencia que existe entre los machos de una especie, a mayor competencia, mayor dimorfismo sexual y viceversa. Es decir, el grado de dimorfismo sexual está relacionado con los sistemas de organización social y el apareamiento. Generalizando entre los primates y *grosso modo*, se asume que las especies que tienen poco o nada de dimorfismo sexual tienden a ser monógamas y lo contrario también sería cierto.

El [dimorfismo](#) sexual en los primeros [australopitecos](#), expresado en tamaño, sería el siguiente:

| | PESO | | TALLA | |
|------------------------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|
| | MACHOS | HEMBRAS | MACHOS | HEMBRAS |
| A. anamensis | 47 kg-58 kg | | | |
| A. afarensis | 45 kg | 29 kg | 151 cm | 105 cm |
| A. africanus | 41 kg | 30 kg | 138 cm | 115 cm |
| A. garhi | | | 140 cm | |
| Pan troglodytes | 54 kg | 40 kg | | |
| Homo sapiens | 65 kg | 54 kg | 175 cm | 161 cm |

Los primeros **homínidos** muestran una gran diferencia en tamaño corporal entre machos y hembras. Según lo que se ha mencionado anteriormente, esto implicaría que existiría competencia entre los machos por las hembras, lo cual sería consecuencia de un sistema de apareamiento polígamo, contra la opinión de Lovejoy.

Sin embargo, hay otro factor que no encajaría con este modelo. Las diferencias en el tamaño de los caninos parece ser el mejor indicador de **dimorfismo** sexual. En aquellos casos donde se da una gran competencia por las hembras, los machos presentan mucho mayor tamaño de caninos que las hembras. Como hemos visto en el repaso morfológico de las distintas especies, la reducción del tamaño de los caninos es uno de los caracteres más importantes para distinguir un homínido. Así mismo, en estos primeros **homínidos** no hay grandes diferencias entre el tamaño de los caninos de machos y hembras. ¿Por qué querrían deshacerse los machos de unos buenos caninos, tan útiles en la competencia con otros machos y en la defensa del grupo? La explicación que se encuentra para esta circunstancia es que la reducción de los caninos en los **homínidos** es consecuencia de un cambio adaptativo a un nuevo nicho ecológico, cambio de dieta, etc., y la selección en este sentido fue más importante que la selección por competencia. ¿Quizás al fin y al cabo desarrollaron un tipo de **monogamia** propio como propone Lovejoy?

3.9 *Australopithecus afarensis*

Los primeros especímenes fueron recolectados en los años 30 en Laetoli. En principio algunos restos fueron atribuidos a *A. africanus*. Trabajos de Weinert y Senyürek en los años 50 sobre los caracteres primitivos de un maxilar (de Garusi) y un molar les llevaron a llamarlos *Meganthropus africanus* y *Praeanthropus africanus* respectivamente. Algunos autores siguieron considerando estos restos como *A. africanus* del este de África. Este panorama cambió cuando se empezaron a recuperar nuevos fósiles en los años setenta.

Se considera que el hipodigma actual de *A. afarensis* consiste en especímenes de los yacimientos de Laetoli (Tanzania) y Hadar (Etiopía)(3,18 - 3,4 millones de años), junto con otros ejemplares de los yacimientos de Maka y Belohdelie (3,9 millones años), Etiopía.



Figura 3.2.11 "Lucy". Esqueleto de una hembra pequeña y adulta de *Australopithecus afarensis* encontrado en 1974.

Respecto a la diagnosis de *Australopithecus afarensis* (ver figura 3.2.3), los rasgos más importantes que caracterizan a esta especie son:

Dentición:

- incisivos centrales superiores relativa y absolutamente grandes,
- gran variación en el tamaño de los caninos,
- P3 unicuspidados y bicuspidados,
- **diastema** frecuentemente presente entre I2 y el Canino superiores y canino-P3 inferiores. Complejo C/P3 no es funcional como en los póngidos.

Mandíbula:

- rama mandibular ancha y baja,
- **dentición postcanina** alineada de forma paralela,
- la arcada tiende a ser subrectangular.

Cráneo:

- fuerte **prognatismo** alveolar (de la parte del maxilar que incluye los alveolos de los dientes anteriores),
- arcada dental maxilar larga, estrecha y de lados paralelos.

Postcraneal:

- fuerte **dimorfismo** sexual en tamaño,
- marcadas inserciones musculares y tendinosas,
- región pélvica y miembros inferiores adaptados a la locomoción bípeda,
- falanges fuertemente curvadas según el eje longitudinal,
- índice húmero-femoral superior a los humanos modernos (brazos más largos con respecto a las piernas).



Figura 3.2.12

**Reconstrucción del cráneo
de *Australopithecus
afarensis***

3.10 *Australopithecus bahrelghazali*

La misión paleoantropológica franco-chadiana, dirigida por Michel Brunet, publicó en 1995 el hallazgo de la parte anterior de una mandíbula (el [holotipo](#) es KT12/H1) con 7 dientes en el África central, en la región conocida como Koro Toro del Chad (2.500 km más allá del valle del Rift). La denominación responde al nombre de la región en árabe: *Bahr el Gazhal*, que significa el "Mar de las Gacelas".

La fauna asociada a estos descubrimientos es equivalente a asociaciones faunísticas en el este de África de una edad aproximada de entre hace 3,5 y 3 millones de años (es la única datación que existe, la bioestratigráfica). Es un yacimiento fluvio-lacustre y presenta un mosaico de paisajes, desde bosque-galería pasando por sabanas más o menos arboladas a praderas de gramíneas.

Este fósil es muy importante porque constituye la primera evidencia de [homínidos](#) fósiles en el lado oeste del valle del Rift (ver hipótesis "East side story" en el punto 3.5.1 de esta unidad).



Figura 3.2.13. Mandíbula de *Australopithecus bahrelghazali* ([holotipo](#) KT12/H1).

3.10.1 Morfología de *A. bahrelghazali*

La mandíbula de *A. bahrelghazali* se distingue de otros homínidos porque presenta, entre otros rasgos:

- la mandíbula tiene forma parabólica, la sínfisis es bastante vertical;
- La **dentición anterior** es grande, con coronas altas y raíces largas;
- El tercer premolar (P3) presenta dos **cúspides** y tres raíces, el cuarto premolar (P4) está molarizado.

- Los terceros premolares superiores (P3) presentan tres raíces y corona asimétrica.
- Esmalte grueso en sus dientes.

En un principio, estos fósiles fueron denominados *Australopithecus* *cf. afarensis*, (*cf.* = *similar a*) pero la constelación de rasgos derivados y primitivos les indujo a publicar este nuevo homínido como una nueva **especie**. Entre los derivados encontramos: molarización de los premolares, sínfisis de la mandíbula más vertical –menos **prognatismo**– y, entre los primitivos, la presencia de tres raíces en los premolares (otros **australopitecos** sólo tienen tres raíces en los maxilares y dos en la mandíbula).

3.11 *Australopithecus africanus*

Esta es la **especie** tipo de **género** *Australopithecus*. El **holotipo** es el "niño de Taung" (figura 3.2.14).

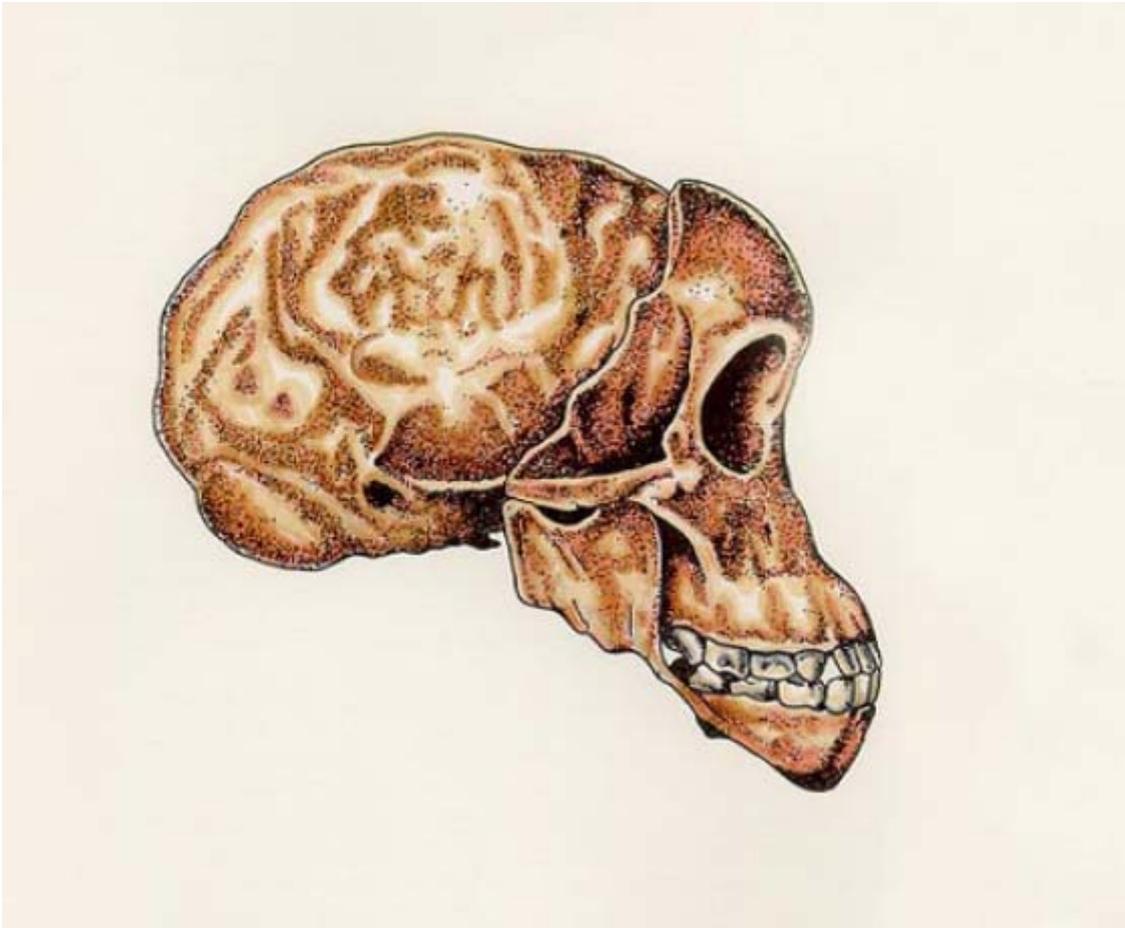


Figura 3.2.14 Vista lateral del "niño de Taung". Fotografiado en la portada de esta unidad.

El hipodigma está formado por especímenes que provienen del Miembro 4 de Sterkfontein, Miembros 3 y 4 de Makapansgat (Sudáfrica) y el fósil de Taung. Cuando apareció el primer ejemplar en Stekfontein, Broom lo designó como *A. transvaalensis*, pero dos años después lo metió en un nuevo **género**, *Plesianthropous* (Mrs. Ples)(ver figura 3.2.15). Los primeros de Makapansgat se llamaron *A. prometheus* Dart, 1948. Hoy ambos son sinonimias de *A. africanus*.



Figura 3.2.15 Dos cráneos de *A. africanus*. A la izquierda STS-71, a la derecha STS-5 ("Mrs. Ples")

A. africanus se caracteriza principalmente por

- poseer un cráneo más globular y menos neumatizado que *A. afarensis* (Ver también el apartado 3.4 para los rasgos que definen *Australopithecus*).
- P3 siempre bicuspípedo como en *Homo*, así como otros caracteres faciales y dentales que lo separan de *Homo*.

El rango cronológico de la especie iría desde los más antiguos de Makapansgat y el Miembro 2 de Sterkfontein (entre 3,5 y 2,5 millones de años) y los más recientes de Taung (entre 2,3 y 2 millones de años.)

3.12 *Australopithecus garhi*

Australopithecus garhi representa la última especie de homínido (y por lo tanto también de *Australopithecus*) descubierto y nombrado. Los restos asignados a esta especie han sido hallados en la península de Bouri, en el valle del Awash Medio, en el este de Etiopía por Tim White y su equipo en 1997, y publicados en 1999. Datados en 2,5 millones de años por técnicas radiométricas, los fósiles pertenecientes al "australopiteco sorpresa" (que es lo que significa la palabra *garhi* en lengua Afar) se denominaron así por presentar unos rasgos craneales primitivos junto con otros claramente derivados.

Después de la reconstrucción, se identificó un cráneo (Figura 3.2.16) que arrojaba unos 450 cc de volumen encefálico, con una cara muy simiesca en su parte inferior y muy proyectada hacia adelante.

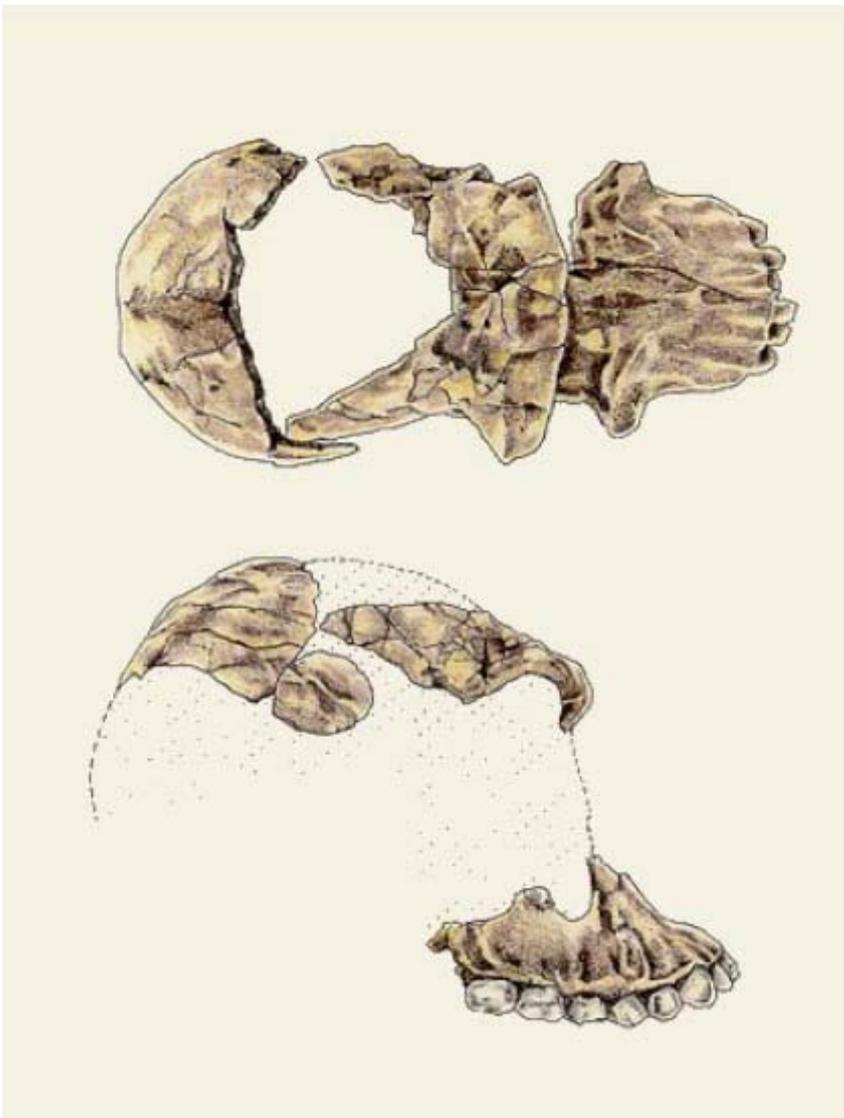


Figura 3.2.16 Reconstrucción del cráneo de *Australopithecus garhi*

Los restos postcraneales, hallados cerca pero en otro sitio, también son peculiares: presentan un cambio en las proporciones entre los miembros (ver figura 3.2.17): el fémur ya se ha alargado en relación al miembro superior como en nosotros pero aún presentan antebrazos largos respecto a los brazos. No es posible, sin embargo, determinar claramente a qué especie pertenecen estos restos.

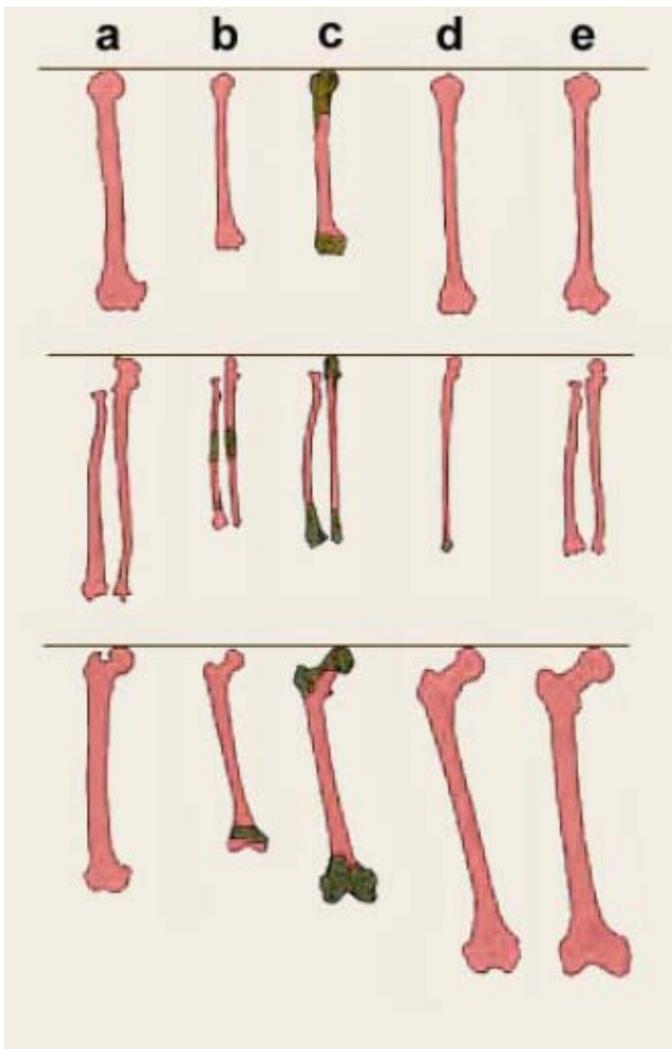


Figura 3.2.17

Proporciones entre los distintos elementos del cuerpo (brazo, antebrazo y muslo) en distintas especies a la misma escala: a. *Pan troglodytes*, b. *A. afarensis*, c. *A. garhi*, d.

H. ergaster, e. *Homo sapiens*. En los chimpancés, los tres elementos tienen aproximadamente la misma longitud. Nuestra especie difiere básicamente en dos cosas: aunque el húmero es casi prácticamente de la misma longitud, el fémur está alargado y el antebrazo acortado. Estos cambios parecen que ya habían tenido lugar hace unos 1,5 millones de años, con *Homo ergaster* (d). Según los otros dos esqueletos de *Australopithecus*, parece que primero se aumentó la longitud del fémur (como en *A. garhi*) y luego se acortó el antebrazo.

Este yacimiento también ha aportado otro tipo de evidencia: varios de los huesos que aparecen en el yacimiento junto a los homínidos han sido el resultado de un proceso de descuartizamiento y fracturación sistemática, con el fin de acceder de forma intencionada a la médula para su consumo.

3.13 Relaciones evolutivas

Muchas hipótesis se han barajado en cuanto a las relaciones de los australopitecinos y *Homo*. Algunas han sido rechazadas o modificadas según han aparecido nuevos fósiles o las investigaciones han avanzado.

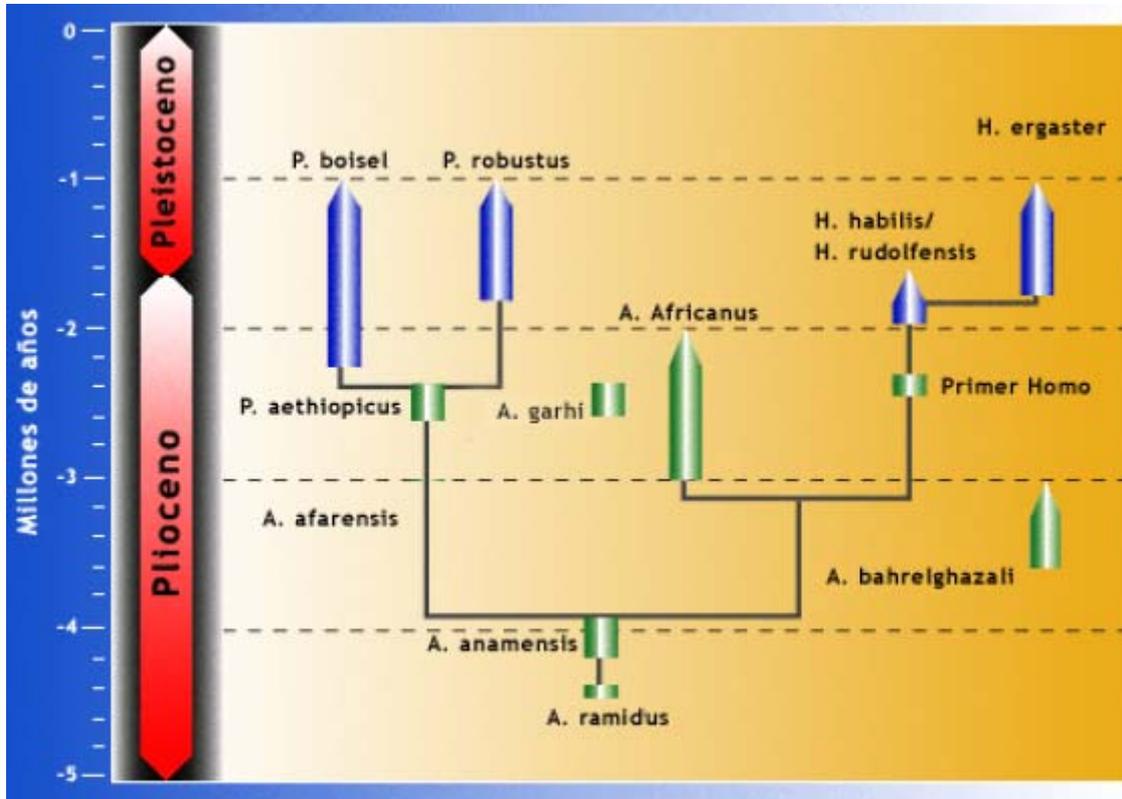


Figura 3.2.18 Esquema evolutivo para los primeros Homínidos.

De la base del árbol, ya se comentó en la unidad anterior que *A. ramidus* es el homínido más antiguo y primitivo y, por lo tanto, se encuentra en la base de la **filogenia**. Sólo la aparición de un *A. anamensis* ligeramente más antiguo lo desplazaría como una rama colateral sin descendientes y sin relación directa con *Homo* y otros **australopitecos**.

A. anamensis se sitúa como **especie** inmediatamente descendiente y también muy primitiva, aunque con dos caracteres netamente ligados a los **homínidos**: el bipedismo y el **esmalte** dental grueso.

A. bahrelghazali es una especie antigua, contemporánea de *A. afarensis* pero que procede del centro de África. A nivel filogenético, aún no tiene vinculaciones claras o definitivas, de momento sólo ilustra la salida de una línea de **australopitecos** del este de África hace más de 3,5 millones de años.

A. afarensis representa, en un caso, la especie ancestral de la cual divergieron la línea de *Homo* y los robustos. En el otro caso, implicaría que presenta ya rasgos morfológicos comprometidos con la línea robusta, y no sería antecesora de *Homo*.

Australopithecus africanus ha ocupado durante mucho tiempo "el trono" de antecesora directa de nuestro género y hoy día parece que existen rasgos derivados propios que la excluirían de nuestro linaje y acabaría siendo una de las ramas terminales.

A. garhi sería una especie esteafricana contemporánea de *A. africanus* y que se propone, entre otras alternativas, como antecesora de nuestro linaje por una serie de rasgos propuestos como apomorfías compartidas entre esta especie y *Homo*.

4. Actividades

Actividad 1

Cálculo de los valores de **dimorfismo** sexual para algunos de los primeros **homínidos**. Conociendo el peso de los machos y las hembras de algunas de las **especies** que constituyen los primeros **homínidos**, calcular, mediante la fórmula:

Dimorfismo sexual = [(Peso medio del macho/peso medio de la hembra) x 100]

Estudiar el **dimorfismo** sexual en *A. afarensis*, *A. africanus*, *Homo sapiens*, Gorila y chimpancé. Discutir los resultados y sus las implicaciones etológicas.

5. Autoevaluación

1) ¿Dónde se han encontrado los restos de *A. africanus*?

- a) Sólo en Sudáfrica, en las cuevas de Swartkrans y Kromdraai.
- b) Sólo en Sudáfrica, en las cuevas de Sterkfontein, Makapansgat y Taung.
- c) En todas las cuevas de Sudáfrica.
- d) En Sudáfrica y este de África.

2) *Australopithecus* quiere decir:

- a) Mono de piedra de Australia.
- b) Austral = del Sur; pithecus = mono; Mono del Sur.
- c) Mono australiano.

3) El mérito de Raymond Dart, descubridor de "el niño de Taung", fue

- a) Reconocer el fósil de Taung como un primate más próximo a los humanos que a los monos antropomorfos.
- b) Tener paciencia y esperar a que los sabios de la época estuvieran preparados para asumir que venimos del mono.
- c) Descubrir un cerebro humano en un cráneo de chimpancé.

4) El descubrimiento de los australopitecos supuso una "revolución científica" porque:

- a) No se esperaba encontrar fósiles tan antiguos
 - b) Un aumento en el tamaño del cerebro dejaba de ser " lo que nos hizo humanos"
 - c) El eslabón perdido era bípedo y no inteligente
 - d) La cuna de la humanidad estaba en África y no en Asia
- a) ninguna es cierta
 - b) a), b), c) d) son ciertas
 - c) a) y d) son falsas

5) La hipótesis de la dieta de J. Robinson se refiere a:

- a) que muelas grandes con esmalte grueso corresponden a un herbívoro.
- b) que las muelas pequeñas corresponden a una dieta omnívora.
- c) lo que comen los homínidos condiciona el tamaño y forma de sus dientes.

6) Los australopitecos gráciles son, con respecto a los parántropos:

- a) más débiles
- b) menos especializados, más primitivos
- c) de menor talla

7) Los australopitecos tienen un tamaño de cerebro:

- a) semejante a un chimpancé
- b) semejante a un humano
- c) más pequeño que un chimpancé
- d) más próximo al tamaño de un chimpancé que al de un humano

8) Los australopitecos gráciles se distinguen de los robustos o parántropos principalmente por:

- a) Lo grandes que eran los parántropos.
- b) La dentición postcanina muy especializada en la ingestión de comida muy abrasiva en los parántropos.
- c) Las modificaciones en la cara y el cráneo de los parántropos hacia un aumento de la masa muscular implicada en la masticación
- d) Ninguna es cierta
- e) b y c son ciertas

9) Decir cuáles son las especies incluidas actualmente dentro del género *Australopithecus*

10) Ordenar cronológicamente, de más antigua a más reciente, las especies de australopitecos gráciles:

11) *Australopithecus anamensis*, el australopiteco más antiguo y primitivo

- a) ha sido descubierto en Sudáfrica
- b) se ha encontrado en Tanzania y Etiopía
- c) se ha descrito a partir de los fósiles de dos yacimientos de Kenia: Kanapoi y Allia Bay

12) *A. anamensis* presenta una combinación de rasgos:

- a) dientes primitivos y esqueleto postcraneal de un bípedo
- b) dientes de homínido pero no de bípedo
- c) muy poco acorde con su cronología

13) Marca los yacimientos donde han aparecido restos de *A. afarensis*:

- a) Olduvai (Tanzania)
- b) Maka (Etiopía)
- c) Hadar (Etiopía)
- d) Laetoli (Tanzania)
- e) Belohdelie (Etiopía)
- f) Omo (Etiopía)
- g) Koro Toro (Chad)

14) El homínido del "Mar de las gacelas" supuso una gran sorpresa porque:

- a) el género *Australopithecus* se extendió fuera del este de África
- b) el bipedismo retrocede medio millón de años
- c) el esmalte de sus dientes era delgado

15) La primera evidencia de acceso a un nuevo tipo de materia energética en la dieta (la médula ósea) se atribuye a la especie:

- a) de *A. afarensis*
- b) de *A. bahrelghazali*
- c) de *A. africanus* y *A. anamensis*
- d) de *A. garhi*

6. Soluciones

1) ¿Dónde se han encontrado los restos de *Australopithecus africanus*?

b) Sólo en Sudáfrica, en las cuevas de Sterkfontein, Makapansgat y Taung.

2) *Australopithecus* quiere decir:

b) Austral = del Sur; pithecus = mono; Mono del Sur.

3) El mérito de Raymond Dart, descubridor de "el niño de Taung", fue

a) Reconocer el fósil de Taung como un primate más próximo a los humanos que a los monos antropomorfos.

4) El descubrimiento de los australopitecos supuso una "revolución científica" porque:

a) No se esperaba encontrar fósiles tan antiguos

b) Un aumento en el tamaño del cerebro dejaba de ser " lo que nos hizo humanos"

c) El eslabón perdido era bípedo y no inteligente

d) La cuna de la humanidad estaba en África y no en Asia

b) a), b), c) d) son ciertas

5) La hipótesis de la dieta de J. Robinson se refiere a:

c) Lo que comen los homínidos condiciona el tamaño y forma de sus dientes.

6) Los australopitecos gráciles son, con respecto a los parántropos:

b) Menos especializados, más primitivos

7) Los australopitecos tienen un tamaño de cerebro:

d) Más próximo al tamaño de un chimpancé que al de un humano

8) Los australopitecos gráciles se distinguen de los robustos o parántropos principalmente por:

b) La dentición postcanina muy especializada en la ingestión de comida muy abrasiva en los parántropos.

c) Las modificaciones en la cara y el cráneo de los parántropos hacia un aumento de la masa muscular implicada en la masticación

e) b y c son ciertas

9) Decir cuáles son las especies incluidas actualmente dentro del género *Australopithecus*

A. anamensis , *A. afarensis*, *A. bahrelghazali*, *A. africanus* y *A. garhi*.

10) Ordenar cronológicamente, de más antigua a más reciente, las especies de australopitecos gráciles:

A. anamensis > *A. afarensis* = *A. bahrelghazali* > *A. africanus* = *A. garhi*

11) *Australopithecus anamensis*, el más antiguo y primitivo

c) Se ha descrito a partir de los fósiles de dos yacimientos de Kenia: Kanapoi y Allia Bay

12) *A. anamensis* presenta una combinación de rasgos:

a) Dientes primitivos y esqueleto postcraneal de un bípedo

13) Marca los yacimientos donde han aparecido restos de *A. afarensis*:

b) Maka (Etiopía)

c) Hadar (Etiopía)

d) Laetoli (Tanzania)

e) Belohdelie (Etiopía)

14) El homínido del "Mar de las gacelas" supuso una gran sorpresa porque:

a) El género *Australopithecus* se extendió fuera del este de África

15) La primera evidencia de acceso a un nuevo tipo de materia energética en la dieta (la médula ósea) se atribuye a la especie:

d) De *A. garhi*

Unidad 3, Los primeros primates, Paranthropus.



Paranthropus aethiopicus, "Black Skull"

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Los homínidos en su mejor hora
- 3.2 Los parántropos del sur
- 3.3 El parántropo mejor conocido: *Paranthropus boisei*
- 3.4 El origen de los parántropos
- 3.5 El "oficio" de parántropo

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones a la Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

Para la correcta comprensión de este tema es necesario conocer los contenidos de las unidades: "los primeros homínidos: *Australopithecus*", "los primeros homínidos: *Ardipithecus*", "La medida del tiempo" y "La formación de yacimientos". Especialmente, los referidos a las características básicas de los primeros homínidos y sus habitats (dentro de las dos primeras), los métodos de datación (en "La medida del tiempo") y los yacimientos de cuevas y cuencas sedimentarias (en "La formación de yacimientos"). Por otra parte, y aunque los conocimientos básicos sobre anatomía necesarios para comprender las adaptaciones del aparato masticador de los parántropos se explican en el desarrollo del tema, el conocimiento previo de los músculos y huesos que lo integran puede facilitar la comprensión de dicho apartado.

1.2 Objetivos didácticos

Los objetivos específicos son los que siguen:

- Relacionar la diversificación de los homínidos, en general, y el origen de los parántropos, en particular, con los cambios climáticos acaecidos en África.
- Identificar los terminos Australopitecos "robustos" con parántropos y las especies *Australopithecus robustus*, *Australopithecus boisei* con *Paranthropus robustus* y *Paranthropus boisei*, respectivamente
- Conocer la distribución geográfica del género *Paranthropus*, situando en el espacio a cada especie.
- Conocer la distribución temporal del género *Paranthropus*, acotando la correspondiente a cada especie.
- Conocer los principales yacimientos de *Paranthropus robustus*.
- Conocer los principales yacimientos de *Paranthropus boisei*.
- Conocer los principales yacimientos de *Paranthropus aethiopicus*.
- Conocer el peso corporal y proporciones entre los miembros reconstruidas para los parántropos.
- Reconocer las especializaciones de los parántropos en los huesos del aparato masticador.
- Relacionar las especializaciones de los huesos del aparato masticador de los parántropos con su biomecánica.
- Relacionar las especializaciones del aparato masticador de los parántropos con un tipo de dieta vegetal dura.
- Reconocer a *Paranthropus boisei* como la forma más especializada del género.
- Reconocer a *Paranthropus aethiopicus* como la forma más primitiva del género.
- Conocer la hipótesis filogenética más aceptada sobre el origen y evolución de los parántropos.

1.3 Lecturas recomendadas

Arsuaga, J.L. y Martínez, I. (1997). La Especie Elegida. Temas de Hoy, Madrid.

Johanson, D., Edey, M. (1982). El Primer Antepasado del Hombre. Planeta, Barcelona.

2. Resumen del tema

Como consecuencia de un cambio climático global, hace entre 2'4 y 2'8 millones de años los climas de África sufrieron oscilaciones climáticas cada vez más acentuadas, que determinaron una progresiva aridificación de los ecosistemas de la región oriental del continente. El retroceso del bosque, a expensas de la sabana, propició la selección de dos nuevas formas de **homínidos**, mejor adaptadas a los nuevos ambientes. Una de estas formas fue la representada por los parántropos y la otra fue la de los humanos.

Los parántropos fueron un tipo de homínido especializado en el consumo de productos vegetales coriáceos, propios de los medios abiertos y secos. Como consecuencia de esta adaptación alimentaria, sus aparatos masticadores se vieron modificados para realizar intensos esfuerzos masticatorios. Entre estas modificaciones destacan el aumento de tamaño de la superficie masticatoria de los molares y premolares, en relación a su peso corporal (técnicamente, *megadoncia*). Además, sus molares presentaban una gruesa capa de **esmalte**, sus mandíbulas eran espesas, muy anchas y altas, y sus caras anchas, largas y planas. Aparte de esta marcada especialización en el aparato masticador, los parántropos no mostraban diferencias significativas con los **australopitecos**, más antiguos y primitivos, ni en el tamaño del cuerpo ni, posiblemente, en el tamaño del cerebro.

Este tipo de homínido tuvo un relativo éxito adaptativo y a partir de la **especie** primigenia (*Paranthropus aethiopicus*) aparecieron dos nuevas especies: *Paranthropus robustus* y *Paranthropus boisei*, el más especializado de los parátropos. Como consecuencia de su éxito adaptativo, los parátropos fueron capaces de desbordar su región de origen (el este de África) y se extendieron hasta el sur del continente. Las especies esteafricanas, *Paranthropus aethiopicus* y *Paranthropus boisei*, han aparecido en yacimientos situados a lo largo del gran *Rift valley*, mientras que de la especie sudafricana (*Paranthropus robustus*) solo se conocen yacimientos en cuevas, adonde llegaron debido a la acción de depredadores como los leopardos.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Los homínidos en su mejor hora

Los **homínidos** no son un grupo biológico que se haya caracterizado nunca por su riqueza en **especies**. Nosotros somos los únicos representantes en la Biosfera actual y, a juzgar por el registro fósil conocido, durante los primeros dos millones de años de la evolución de nuestra **familia** biológica en ningún momento coexistieron, en el tiempo y el espacio, más de dos especies de homínido. Durante ese período de tiempo nuestros antepasados estuvieron ligados a medios forestales, más o menos cerrados. Pero hace cerca de 2'5 millones de años, los **homínidos** se aventuraron en ambientes más abiertos, que ofrecían nuevos recursos. Como consecuencia, la diversidad de los **homínidos** se incrementó hasta el punto de que hace alrededor de 1'8 millones de años al menos cuatro especies distintas, pertenecientes a dos **géneros**, poblaron el continente africano. Fue la mejor hora de los **homínidos**, la hora de *Homo* y de *Paranthropus*.

Diversas crisis climáticas han jalonado la historia evolutiva de nuestra familia, propiciando incluso el origen de los homínidos. También el momento de mayor esplendor (en cuanto a diversidad biológica) de nuestro grupo parece coincidir en el tiempo con un importante cambio climático. Hace cerca de 2'8 millones de años, el planeta Tierra contaba con un único casquete polar, el antártico. Pero a partir de ese momento, se produjo un incremento de la inestabilidad climática que determinó un enfriamiento paulatino en el hemisferio norte. Hace alrededor de los 2'4 millones de años hubo una crisis climática global asociada a la aparición de un segundo casquete polar, el ártico. Esta situación ha sido detectada a partir de las proporciones entre los **isótopos** pesado (O_{18}) y ligero (O_{16}) del oxígeno, en los caparazones de **foraminíferos** fósiles. Corroboran este hecho datos paleontológicos y sedimentológicos, obtenidos en ambos hemisferios y de procedencias tan dispares como el este y sur de África, China o Colombia.

Este cambio climático produjo un gradual enfriamiento y aridificación de los ecosistemas africanos y pudo ser el responsable de la desaparición de *Australopithecus africanus*, a la vez que propició la selección de nuevas formas de homínido. Situaciones similares, cambios ambientales que eliminan a unas **especies** pero favorecen la aparición de otras nuevas, salpican la historia de la vida en nuestro planeta, y es cuestión de azar el encontrarse entre los beneficiarios o entre los damnificados de tales acontecimientos.

Los dos nuevos tipos de **homínidos** que surgieron de la crisis de finales del Plioceno, convivieron durante más de un millón y medio de años a lo largo del este de África. Hoy día sus fósiles se encuentran diseminados en una vasta región que se extiende desde Etiopía hasta Sudáfrica. Pero ni su modo de vida, ni sus adaptaciones, ni su destino fueron los mismos.

3.2 Los parántropos del sur

Cuando, en 1925, Raymond Dart anunció al mundo el hallazgo del niño de Taung y su asignación a una **especie** intermedia entre el ser humano y los simios (*Australopithecus africanus*), se produjo una amplia fractura entre los paleoantropólogos. La mayoría pensaba que Dart se había equivocado de medio a medio en su interpretación y que el cráneo de Taung correspondía, en realidad, a una especie fósil de simio. Entre los pocos apoyos que recibió Dart, estuvo uno inesperado: el médico rural y paleontólogo Robert Broom, quien se había ganado el respeto de la comunidad científica internacional con sus investigaciones sobre el origen de los mamíferos. La entusiasta defensa de Broom a las ideas de Dart fue más allá de los debates científicos: a sus sesenta y siete años, Broom comenzó a buscar nuevos fósiles similares a los hallados por Dart. Su empeño tuvo éxito y en 1936 halló un nuevo cráneo, esta vez de un ejemplar adulto, en la cueva de Sterkfontein.



Figura 3.3.1

En el yacimiento Sudafricano de Sterkfontein se han recuperado numerosos fósiles de **hominidos.**

Dos años después de este hallazgo, uno de los obreros que trabajaban en las excavaciones de Sterkfontein enseñó a Broom unos dientes fósiles, que Broom rápidamente reconoció como pertenecientes a un homínido. El obrero informó a Broom que los dientes los había hallado un niño de una granja vecina, llamado Gert Terblanche. Guiado por las indicaciones de aquel hombre, Broom se dirigió a la escuela donde estudiaba el niño. Allí, Gert le mostró cuatro nuevos dientes que impresionaron profundamente a Broom. Ambos se dirigieron al lugar del hallazgo, cercano a una granja llamada Kromdraai, y ese mismo día Broom pudo recuperar el cráneo del espécimen al que correspondían los dientes.

Para el ojo experto de Broom, fue evidente que este nuevo cráneo era diferente del hallado en 1936, hoy día atribuido a la misma **especie** que el niño de Taung (*Australopithecus africanus*).

El nuevo fósil tenía los molares y premolares más desarrollados y la anatomía de los huesos de la cara era claramente diferente. Broom decidió que el cráneo de Kromdraai pertenecía no solo a otra especie diferente de *Australopithecus africanus*, sino que también correspondía a otro **género**: *Paranthropus robustus*. El término *Paranthropus* (parántropo en castellano) significa literalmente "al lado del Hombre" y fue una elección afortunada puesto que *Homo* y *Paranthropus* comparten el momento de su origen y convivieron durante cerca de un millón y medio de años a lo largo de una vasta región.

Antes de proseguir, conviene indicar que algunos investigadores no admiten que *Paranthropus* y *Australopithecus* sean realmente dos géneros distintos y rechazan el uso del término *Paranthropus*. Por ello, hay un conjunto de **especies** que pueden encontrarse en la literatura científica atribuidas a uno u otro género (como *Australopithecus robustus* o *Paranthropus robustus*, por ejemplo). Sin embargo, los autores que no aceptan la existencia del género *Paranthropus* sí reconocen la peculiaridad anatómica y la distinta historia evolutiva de los parántropos, a los que nombran como australopitecos "robustos" para distinguirlos de *Australopithecus africanus*, *Australopithecus afarensis* y *Australopithecus anamensis*, a los que reúnen bajo el término de australopitecos "gráciles". En nuestra opinión, grupos de **homínidos** distinguibles entre sí no deben ser diferenciados mediante simples adjetivos ("robusto" y "grácil") sino que han de recibir nombres genéricos diferentes: *Australopithecus* y *Paranthropus*.

A los primeros hallazgos de Broom en Kromdraai, se sumaron los realizados por él mismo diez años más tarde, en 1948, en la vecina cueva de Swartkrans. Ambos yacimientos se encuentran en la región de Transvaal (Sudáfrica), cerca de la ciudad de Johannesburgo, y están separados por apenas un par de kilómetros. En ambos casos, parece resuelto que el agente acumulador de los **homínidos** en las cuevas fueron depredadores del tipo de los leopardos.



Figura 3.3.2 Yacimiento Sudafricano de la cueva de Swartkrans de donde procede *Paranthropus robustus* (del nivel estratigráfico conocido como Miembro 3).

Broom creó la [especie](#) *Paranthropus robustus* para los fósiles de Kromdraai y la especie *Paranthropus crassidens* (*crassidens*: dientes fuertes, robustos, en latín) para los fósiles de Swartkrans. Sin embargo, pocos años después, en 1954, un discípulo suyo, John T. Robinson, propuso incluir los fósiles de Swartkrans y Kromdraai en una única especie (*Paranthropus robustus*, por ser el nombre creado en primer lugar). Aunque hoy en día la opinión de Robinson es la aceptada por un mayor número de investigadores (entre los que nos hallamos), en los últimos años la tesis de Broom ha encontrado respaldo en una parte de la comunidad científica, que ve las suficientes diferencias entre los fósiles de Kromdraai y Swartkrans (especialmente en los dientes deciduos, es decir de leche) como para mantener las dos especies propuestas por Broom.

Aparte de los argumentos de tipo anatómico sobre los propios fósiles, una de las cuestiones capitales para dilucidar si hubo una o dos especies de parántropo en Sudáfrica estriba en el establecimiento de la antigüedad de ambos yacimientos. Si realmente existieron dos especies, entonces cabe esperar que uno de los yacimientos sea más antiguo que el otro, ya que no parece razonable admitir, si ambos tienen la misma antigüedad, que las dos [especies](#) se acumularan por separado en dos yacimientos que distan entre sí algo más de dos kilómetros. Más aún, para los defensores de la existencia de las dos especies, los niveles con fósiles de parántropo de Kromdraai deberían ser más antiguos que los equivalentes de Swartkrans, ya que, en su opinión, *Paranthropus robustus* fue el antecesor directo de *Paranthropus crassidens*.

La datación por técnicas radiométricas de estos yacimientos, al igual que ocurre con la mayoría de los otros yacimientos sudafricanos, es muy problemática. Los estudios de paleomagnetismo realizados tanto en Kromdraai como en Swartkrans no han proporcionado resultados convincentes.

En la cueva de Swartkrans se ha aplicado la técnica conocida como Termoluminiscencia, cuyos resultados son contemplados con gran prudencia por los especialistas. Por todo ello, para establecer su antigüedad hay que establecer correlaciones entre sus faunas fósiles (de cercopitécidos y bóvidos, especialmente) y las equivalentes de los yacimientos esteafricanos (Laetoli, Olduvai, Lago Turkana, Hadar y río Omo) sólidamente datados por técnicas radiométricas. En base a estos estudios paleontológicos, a los niveles estratigráficos más antiguos con fósiles de *Paranthropus* de Kromdraai y Swartkrans se les asigna una antigüedad cercana a 1'8 millones de años, sin que sea posible, en rigor, establecer si uno es más antiguo que el otro, lo que no favorece el punto de vista de los defensores de la existencia de las dos **especies**. Los fósiles más modernos de *Paranthropus robustus* proceden de Swartkrans (del nivel estratigráfico conocido como Miembro 3) y se les atribuye una antigüedad mínima de 1 millón de años.



Figura 3.3.3 Cráneo de *Paranthropus robustus* (SK-48), procedente del yacimiento sudafricano de Swartkrans. Éste fósil tiene al menos 1 millón de años.

La mayoría de los fósiles hallados en Kromdraai corresponden a restos de cráneos, mandíbulas y piezas dentales, aunque también se han encontrado algunos restos de huesos del brazo, la cadera y el pie. La colección de fósiles de Swartkrans es más amplia y está compuesta en su mayor parte por restos craneales, mandibulares y dentales, además de numerosos restos postcraneales, que incluyen huesos de ambas extremidades, vértebras y cadera. No obstante, la atribución de estos restos postcraneales a *Paranthropus* es problemática dado que en los mismos niveles también se encuentran fósiles de un representante primitivo de *Homo*, al que también podrían corresponder.

3.3 El parántropo mejor conocido: *Paranthropus boisei*

La especie *Paranthropus boisei* se conoce exclusivamente en yacimientos de la región oriental de África (Etiopía, Kenya y Tanzania), todos ellos enclavados sobre el *Rift valley*. El primer fósil de *Paranthropus boisei* fue hallado por Mary Douglas Leakey y Louis Seymour Bazett Leakey en 1959 en el barranco de Olduvai, Tanzania. Se trata de un cráneo casi completo que sus descubridores bautizaron como "Dear Boy" (Querido Muchacho) debido a que se trata de un individuo juvenil al que los terceros molares aún no le habían salido completamente. La antigüedad de este fósil (que es conocido oficialmente por las siglas OH 5) ronda los 1'8 millones de años y sus descubridores lo atribuyeron a una nueva especie, *Zinjanthropus boisei* aunque pronto se incluyó en el grupo de los parántropos.

En la actualidad, *Paranthropus boisei* es una especie razonablemente bien conocida cuyos fósiles más antiguos son un resto de mandíbula y piezas dentales de cerca de 2'3 millones de años de antigüedad hallados en los yacimientos del valle del río Omo. De estos mismos yacimientos proceden también los restos más modernos conocidos de esta especie (dos dientes de leche) de una antigüedad cercana a 1 millón de años, así como un conjunto de restos mandibulares, craneales y numerosos dientes sueltos.

La colección más amplia de fósiles de *Paranthropus boisei* procede de los yacimientos situados en las orillas occidental y oriental del lago Turkana (estos últimos se engloban dentro de la Formación estratigráfica Koobi Fora) y han sido descubiertos, a partir de los últimos años sesenta, por el equipo dirigido por Richard Leakey.

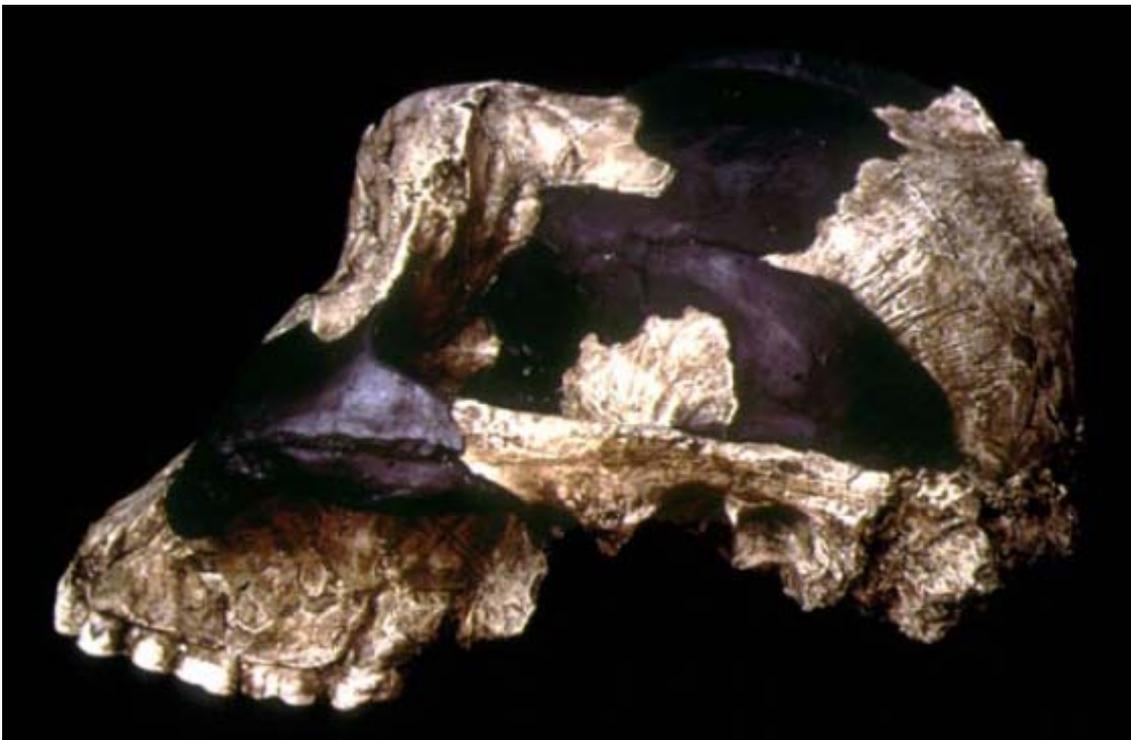


Figura 3.3. 4 El fósil conocido como OH-5 (atribuido a un individuo masculino y juvenil) fué el primer cráneo que se halló de *Paranthropus boisei*.

Aparte de numerosos restos dentales y mandibulares, se han hallado algunos cráneos más o menos completos de ambos sexos. Entre ellos, destaca el fósil conocido como ER 406, atribuido a un individuo masculino y adulto, que es el cráneo más completo que se conoce de esta [especie](#). También se han recuperado en Koobi Fora un cierto número de fósiles aislados del esqueleto postcraneal, pero su atribución a la especie *Paranthropus boisei* es más complicada porque los principales rasgos que la distinguen de *Homo* (cuyos primeros representantes convivieron con *Paranthropus boisei*) se encuentran en los dientes, mandíbulas y cráneo. Sólo en dos ocasiones ha sido posible encontrar restos postcraneales asociados a material dental y mandibular perteneciente a *Paranthropus boisei*. Se trata, en primer lugar, de un conjunto de huesos del pie y parte de un húmero pertenecientes a varios individuos adultos y, por otro lado, de parte de un esqueleto (ER 1500), atribuido a un ejemplar femenino y adulto, que conserva restos de los huesos del pie, pierna, antebrazo y hombro. A partir de estos restos, se ha podido averiguar que la estatura, peso y proporciones entre los miembros de *Paranthropus boisei* eran básicamente iguales a las de los australopitecos.

Además de en Olduvai, el valle del río Omo y las riberas del lago Turkana se han encontrado fósiles de *Paranthropus boisei* en otros yacimientos de entre 1'3 y 1'4 millones de años. En el yacimiento tanzano de Peninj se encontró en 1964 una mandíbula (Peninj 1), que es una de las más completas que se conocen de esta [especie](#), y de la localidad keniana de Chesowanja se descubrió en 1970 un cráneo parcial (conocido como CH1).

En octubre de 1997, el equipo encabezado por Gen Suwa publicó el hallazgo del único cráneo con mandíbula que se conoce de esta especie (KGA10-525), procedente del yacimiento etíope de Konso y datado en alrededor de 1'4 millones de años de antigüedad.

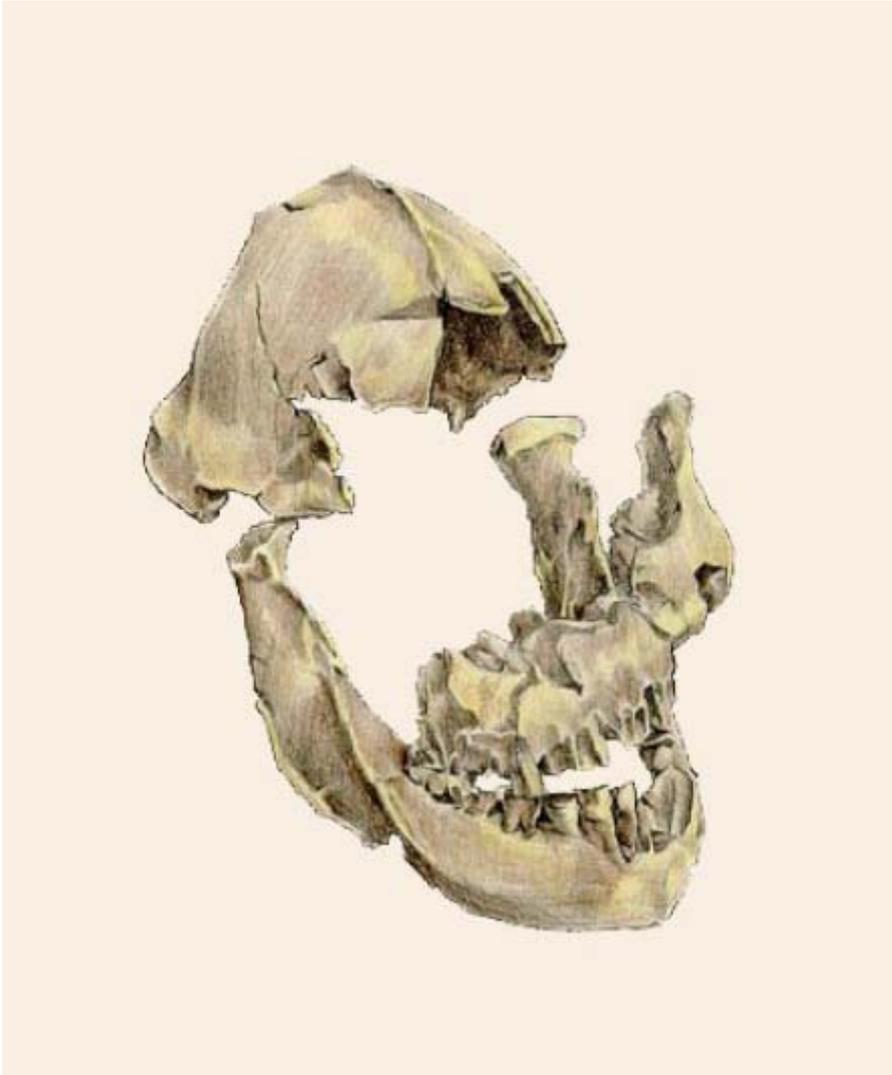


Figura 3.3.5

En octubre de 1997, se publicó el hallazgo del único cráneo con mandíbula que se conoce de *Paranthropus Boisei* (KGA10-525), procedente del yacimiento etíope de Konso y datado en alrededor de 1'4 millones de años de antigüedad.

Pero con ser muy importante el descubrimiento de un cráneo junto con su respectiva mandíbula, hay otro aspecto del hallazgo de Konso que presenta una especial relevancia. La fauna de bóvidos del yacimiento está compuesta en un 80% por alcelafinos (un grupo de bóvidos como los damaliscos) y también son frecuentes los fósiles de équidos. Ambos grupos se alimentan de un tipo de plantas predominantes en las praderas herbáceas, lo que apunta hacia un medio más abierto y seco de lo que algunos autores aceptaban hasta entonces para la especie *Paranthropus boisei*. Basándose en estudios paleoecológicos realizados a partir de las asociaciones faunísticas de distintos yacimientos, dichos autores proponían un ambiente de tipo pradera arbolada o matorral con cursos de agua para *Paranthropus boisei* y rechazaban que esta especie hubiera vivido en medios más parecidos a la sabana. A estos estudios se oponían los resultados de los análisis de la anatomía funcional del aparato masticador de estos homínidos, que los presentaban como adaptados al consumo de productos vegetales con partículas duras como los que son típicos en ambientes más abiertos y secos, como la sabana. El hallazgo de Konso ha venido a confirmar este último punto de vista, que presenta a *Paranthropus boisei* como el primer homínido adaptado a encontrar recursos en la



Figura 3.3.6 En Konso, la fauna que se ha recuperado está principalmente adaptada a una dieta de praderas herbáceas, lo que apunta hacia un medio abierto y seco.

3.4 El origen de los parántropos

Hasta mediados de los años ochenta, se aceptaba que el grupo de los parántropos se había originado a partir de un homínido muy próximo a *Australopithecus africanus*, si no de esta misma especie. Según este punto de vista, la especie *Paranthropus robustus* (en el sentido de Robinson) sería la más primitiva y a partir de ella habría aparecido la variante esteafricana: *Paranthropus boisei*. Sin embargo, a medida que se iban encontrando fósiles cada vez más antiguos de *Paranthropus boisei*, se hacía cada vez más difícil de sostener este punto de vista, ya que la especie pretendidamente descendiente (*Paranthropus boisei*) parecía más antigua que la presunta antepasada (*Paranthropus robustus*). Para conciliar esta aparente contradicción, se argumentaba que los fósiles más antiguos de *Paranthropus robustus* aún no habían sido descubiertos.

Sin embargo, la respuesta a este acertijo había sido ya encontrada a muchos miles de kilómetros de allí, aunque casi nadie se había percatado de ello. En 1967, dos científicos franceses, Camilla Arambourg e Yves Coppens, dieron a conocer una mandíbula de homínido hallada en Etiopía en uno de los yacimientos del curso bajo del río Omo, cerca de su desembocadura en el Lago Turkana, y conocida como Omo 18-1967-18. La antigüedad del fósil está establecida en cerca de 2'6 m.a. y fue atribuido por sus descubridores a una especie nueva: *Paraustralopithecus aethiopicus*.

Casi veinte años después, en 1986, Richard Leakey y sus colaboradores publicaron el hallazgo de un extraordinario cráneo fósil procedente de uno de los yacimientos de la ribera occidental del Lago Turkana en Kenya. Este fósil, de una antigüedad cercana a los 2'5 m.a., recibe oficialmente el nombre de KNM-WT 17000 (habitualmente abreviado a WT 17000), aunque también se le conoce más familiarmente como el *Black Skull* (Cráneo Negro), debido al color del manganeso que impregnó el hueso durante el proceso de fosilización. Los autores del hallazgo propusieron que el nuevo cráneo pertenecía a la misma especie que la mandíbula hallada por Arambourg y Coppens dos décadas antes y aunque se mostraron partidarios de incluir ambos restos dentro de una forma primitiva de la especie *Australopithecus boisei*, no descartaron que pudieran pertenecer a otra especie cuyo nombre debería ser *Australopithecus aethiopicus*. Esta última posibilidad ha sido la que ha ido ganando más partidarios en los últimos años (bien como *Australopithecus aethiopicus* o bien como *Paranthropus aethiopicus*). Los fósiles más modernos atribuidos a *Paranthropus aethiopicus* son una serie de restos craneales y mandibulares procedentes de los yacimientos del río Omo, fechados entre 2'3 y 2'1 m.a. de antigüedad.



Figura 3.3.7 *Paranthropus aethiopicus* (WT 17000) procedente del Lago Turkana en Kenya, conocido familiarmente como el *Black Skull* (Cráneo Negro), debido al color del manganeso que impregnó el hueso durante el proceso de fosilización.

Hoy conocemos lo suficiente de la anatomía de *Paranthropus aethiopicus* como para establecer que es más primitiva que la de sus congéneres *Paranthropus robustus* y *Paranthropus boisei*. Muchos de los rasgos que caracterizan la anatomía de los parántropos más modernos aún no están presentes en *Paranthropus aethiopicus*, y otros sólo lo están de modo incipiente. Para la práctica totalidad de los paleoantropólogos no hay duda: *Paranthropus aethiopicus* es el perfecto intermedio evolutivo entre *Australopithecus afarensis*, por una parte, y *Paranthropus robustus* y *Paranthropus boisei*, por la otra, lo que descarta a *Australopithecus africanus*, o una forma similar, como antepasado directo de los parántropos.

En cuanto a las relaciones evolutivas entre *Paranthropus robustus* y *Paranthropus boisei*, la mayor parte de los investigadores coinciden en aceptar que ambas derivan independientemente de *Paranthropus aethiopicus*, si bien *Paranthropus boisei* sufrió una especialización más acentuada y *Paranthropus robustus* retuvo más caracteres primitivos. (Ver figura 3.3.8).

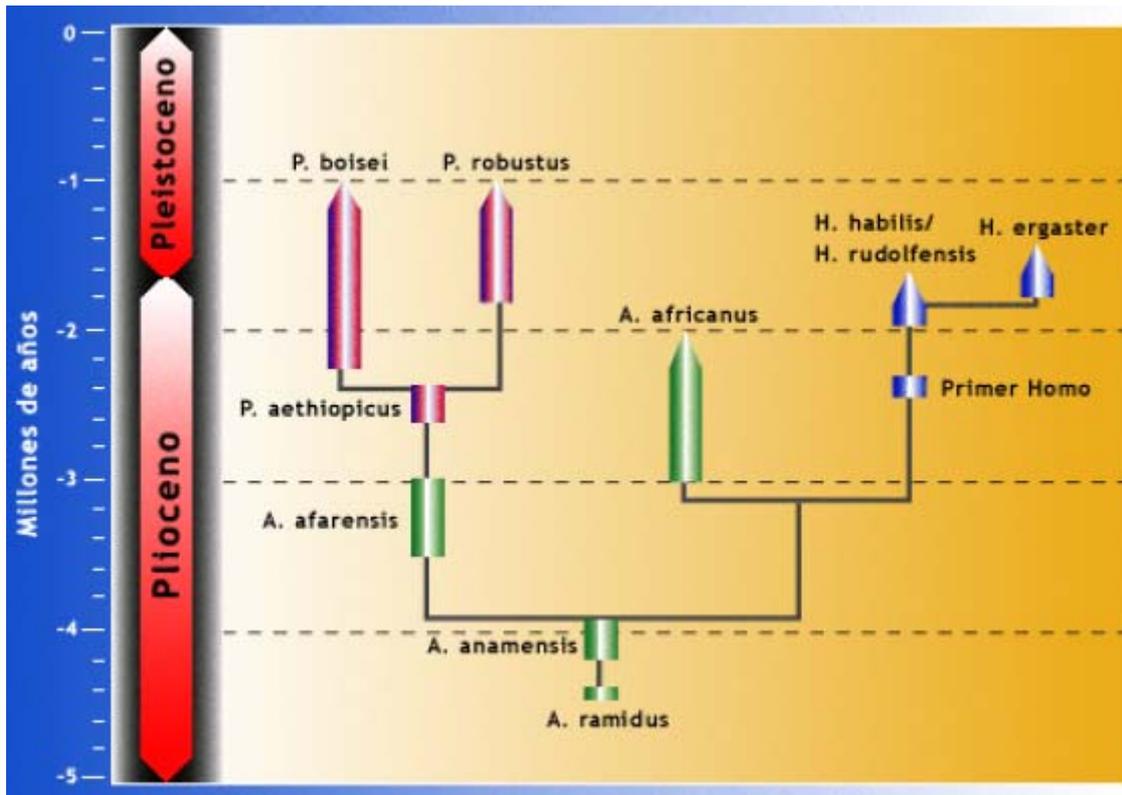


Figura 3.3.8 Relaciones evolutivas de *Paranthropus robustus*, *Paranthropus boisei* y *Paranthropus aethiopicus* con respecto a las otras líneas de homínidos.

3.5 El "oficio" de parántropo

No es tarea fácil el conocer el modo de vida y la dieta de los organismos del pasado. Para ello, los paleontólogos utilizan como principal vía de investigación el estudio de la anatomía funcional de los fósiles, que se basa en la deducción del modo de vida y dieta de un animal a partir de sus adaptaciones. Algunas veces es posible analizar la biomecánica de una estructura anatómica, como si de una máquina se tratase. Así se ha llegado a la conclusión de que los pterosaurios (los reptiles voladores de la época de los Dinosaurios) utilizaban sus alas más para planear que para volar activamente. Otras veces, la única vía para comprender el funcionamiento de una adaptación es compararla con otras similares en animales actuales.

Los representantes de *Paranthropus* muestran una serie de rasgos únicos que permiten distinguirlos con facilidad del resto de los homínidos y de los antropomorfos. Estas características se relacionan con la presencia de un imponente aparato masticador, que nos habla de una marcada especialización alimentaria en los parántropos: fueron homínidos especializados en el consumo de productos vegetales que exigían una intensa masticación.

Para entender la naturaleza de las adaptaciones en el aparato masticador de los parántropos, se hace necesario que nos detengamos para explicar la anatomía y funcionamiento (la biomecánica) de los huesos y músculos implicados.

La mandíbula es un hueso en el que pueden distinguirse dos partes. En primer lugar el cuerpo mandibular, que aloja a los dientes en su plano superior y, en nuestra especie, tiene forma de parábola (visto desde arriba). La región anterior del cuerpo mandibular se conoce como sínfisis y en nuestra especie contiene al mentón. Cada una de las ramas del cuerpo se continúa hacia atrás en un segmento de hueso aplanado y dispuesto verticalmente, conocido como rama ascendente. En su parte superior, cada rama mandibular da lugar a dos prominencias: el cóndilo mandibular, situado en la parte posterior y que sirve para articular la mandíbula con la base del cráneo (justo por delante del oído) y la apófisis coronoides, donde se inserta el tendón del músculo temporal del mismo lado.

Los huesos de la cara que están más directamente implicados en la masticación son el maxilar y los malaes o cigomáticos (uno en cada lado de la cara). El hueso maxilar alberga la dentición superior y constituye el esqueleto de la práctica totalidad del paladar y de la región del rostro que se encuentra por debajo los ojos y a los lados de la nariz. Los huesos malaes forman los pómulos y la mitad anterior de los dos arcos cigomáticos. Cada arco cigomático es una barra de hueso que se extiende, por debajo de la sien, desde la parte posterior de los pómulos hasta la región donde la mandíbula se articula con el cráneo. Entre el arco cigomático y la pared lateral del cráneo queda un espacio conocido como fosa temporal.

Los movimientos de la mandíbula durante la masticación son muy complejos y en ellos intervienen una gran cantidad de músculos. Podemos simplificar diciendo que la elevación de la mandíbula depende básicamente de dos grupos de músculos dispuestos simétricamente a cada lado de la cabeza: los músculos temporales y los músculos maseteros. Por otra parte, los movimientos horizontales de la mandíbula dependen, sobre todo, de la acción de los músculos pterigoideos externos (uno derecho y uno izquierdo).

Cada músculo temporal tiene forma de abanico. Su parte más ancha se origina en la superficie externa de las paredes laterales del cráneo, básicamente sobre el hueso parietal, mientras que la parte más estrecha pasa por debajo del arco cigomático, a través de la fosa temporal, para insertarse en la apófisis coronoides de la mandíbula. Cuando las fibras de ambos temporales se contraen, desplazan las apófisis coronoides hacia arriba haciendo que la mandíbula se eleve, cerrándose la boca. La contracción de estos músculos es fácilmente reconocible si se palpan las sienes al apretar los dientes.

Los músculos maseteros son más complejos anatómicamente que los temporales y se extienden desde el borde inferior de cada arco cigomático, donde tienen su origen, hasta insertarse en las caras externas de las ramas ascendentes y en las regiones posteriores del cuerpo mandibular. Cuando los maseteros se contraen, la dentición inferior se cierra contra la superior. También es fácil localizar estos músculos, basta con tocarse las mejillas mientras se aprietan las muelas.

Los movimientos horizontales de la mandíbula se deben, principalmente, a la acción de los músculos pterigoideos externos, que se originan por delante de sus homónimos internos (en la parte posterior de cada lado del paladar) y se dirigen oblicuamente hacia atrás y hacia afuera hasta alcanzar el cóndilo mandibular del mismo lado. Cuando los dos pterigoideos externos se contraen a la vez, mueven los dos cóndilos mandibulares hacia adelante y la mandíbula se adelanta. Pero cuando el pterigoideo externo de un lado se contrae en solitario (por ejemplo el del lado derecho), arrastra al cóndilo mandibular de su mismo lado en diagonal hacia dentro y hacia delante, imprimiendo a la mandíbula un movimiento de giro hacia el lado contrario (en este caso hacia la izquierda). Este giro de la mandíbula será tanto mayor cuanto más grande sea la componente lateral de la acción de los músculos pterigoideos externos. Dicha componente se incrementa al aumentar la separación entre cada cóndilo mandibular y el punto de origen de los respectivos músculos pterigoideos externos, es decir en mandíbulas relativamente anchas.

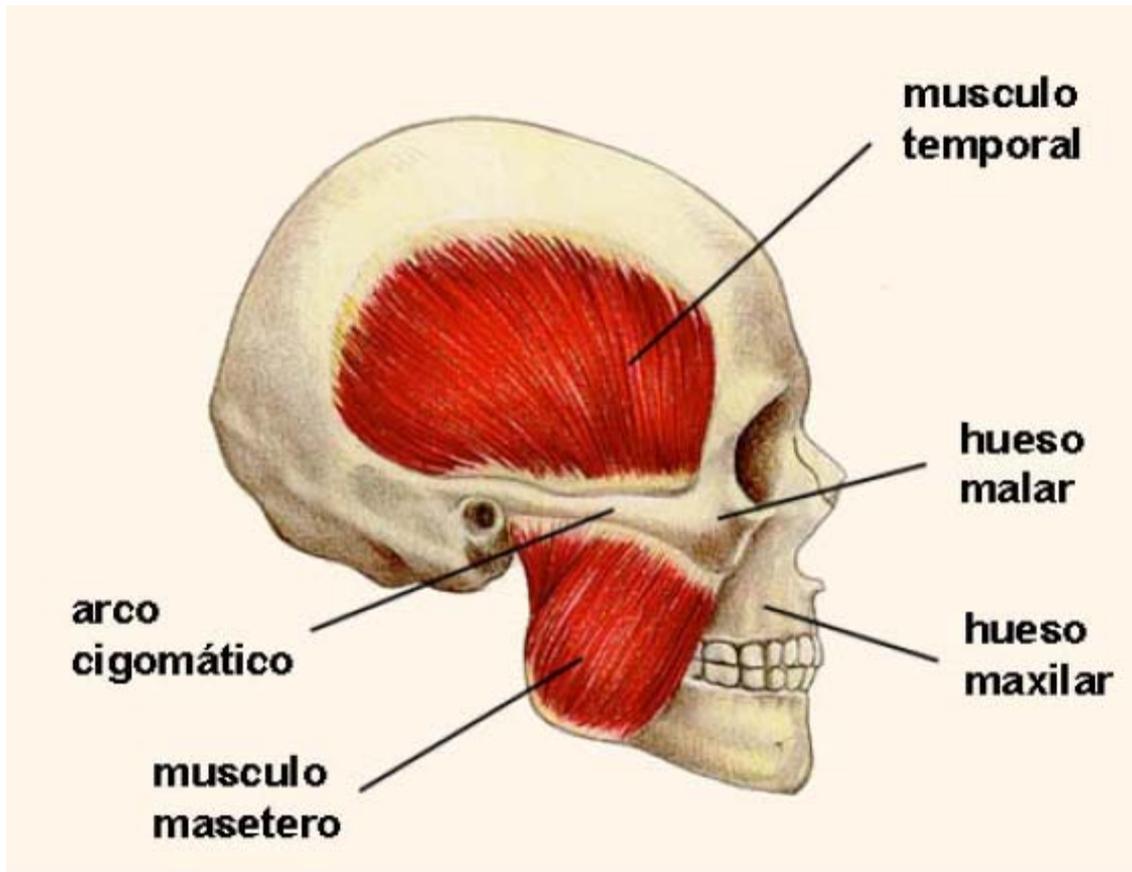


Figura 3.3.9 Huesos y músculos implicados en la masticación.

Dentro de las tres **especies** de parántropos existe una gradación en la especialización del aparato masticatorio, que está muy acentuada en *Paranthropus boisei*, es menos marcada en *Paranthropus robustus* y sólo aparece esbozada en *Paranthropus aethiopicus*. Las siguientes líneas describen las adaptaciones en *Paranthropus boisei*, la especie mejor conocida.

Comenzando por la dentición, los molares presentan una capa de **esmalte** extraordinariamente gruesa, más que la de ningún otro homínido. Esta característica está claramente ligada a una dieta que produce un intenso desgaste de los molares, bien por que el alimento contenga partículas duras, porque necesite una prolongada masticación, o por ambas circunstancias a la vez. Por otra parte, la superficie de los dientes dedicada a triturar los alimentos (o superficie oclusal) es muy grande en relación con el peso corporal. De hecho, los parántropos presentan una superficie oclusal que es 2'2 veces mayor que la que le correspondería a un primate antropomorfo de su mismo peso corporal. A este fenómeno, molares mucho mayores de lo esperado para el tamaño de un animal, se le conoce técnicamente como *megadoncia* y es indicativo de dietas vegetales que precisan una vigorosa masticación. Junto a estos molares tan desarrollados, los premolares son "molariformes" (es decir, con aspecto de molar) debido al aumento de su superficie oclusal por la presencia de **cúspides** accesorias.

La "molarización" de los premolares es común en mamíferos herbívoros (como el caballo, por ejemplo) y es otro claro indicio de la especialización de *Paranthropus* en una dieta vegetal. Paralelamente con el aumento de tamaño de molares y premolares, la **dentición anterior** de los parántropos, es decir caninos e incisivos, está muy reducida.

En los monos antropomorfos la región de la dentición encargada de la trituración del alimento está restringida a los molares (y recordemos que los incisivos y caninos son grandes). En cambio en los parántropos (también en *Australopithecus africanus*, pero en menor medida) la zona de masticación se ha extendido hacia los premolares, que por ello son "molariformes". Como todos los huesos, la mandíbula actúa como una palanca movida por los músculos y su eficacia está en relación inversa con la longitud de su brazo de resistencia mientras que es directamente proporcional a la longitud del brazo de potencia. El brazo de resistencia de la mandíbula, en sus movimientos verticales, es igual a la distancia horizontal entre el cóndilo mandibular y el lugar donde se aplican las fuerzas destinadas a triturar el alimento. La expansión hacia adelante de la región de masticación que tiene lugar entre los parántropos es biomecánicamente desventajosa, ya que incrementa la longitud del brazo de resistencia de la articulación de la mandíbula.

La solución a este problema ha consistido en modificar la anatomía del aparato masticador de los parántropos, retrasando la posición de la zona de la dentición destinada a triturar los alimentos para acercarla al cóndilo mandibular y reducir así la longitud del brazo de resistencia. De este modo, el hueso maxilar de los parántropos ocupa una posición más retrasada bajo el cráneo de lo que es habitual entre los antropomorfos y australopitecos, lo que lleva la región de los premolares también hacia atrás, aproximándoles al cóndilo mandibular.

Además de estas modificaciones tendientes a restablecer la eficacia mecánica de la articulación de la mandíbula, en el aparato masticador de los parántropos se encuentran otras adaptaciones que aumentan su eficiencia. Los huesos molares están adelantados, arrastrando hacia adelante la zona donde se originan los músculos maseteros, que pasa a situarse sobre los premolares, en vez de sobre los molares, lo que aumenta la potencia del mordisco a nivel de los premolares.

Por otra parte, la fuerza que ejerce un músculo depende directamente del número de fibras musculares que contenga; es decir, de su grosor. El músculo temporal tiene una limitación física a este respecto: ha de pasar a través de la fosa temporal y el diámetro de ésta marca el máximo grosor que puede tener el músculo. En los parántropos, los arcos cigomáticos (que constituyen el límite lateral de cada una de las fosas temporales) están muy curvados hacia afuera, lo que aumenta notablemente el diámetro de cada fosa y nos habla de unos músculos temporales extraordinariamente gruesos y potentes. El tamaño de estos músculos fue tan grande entre los parántropos que, en los machos, provocaron la aparición de una cresta sagital en la línea media de la cara superior del cráneo.

El efecto que estas modificaciones esqueléticas tuvieron sobre la fisonomía de los parántropos fue considerable. Como consecuencia del retroceso del maxilar y del adelantamiento de los pómulos, el rostro de un parantropo no era **prognato**, es decir con la cara proyectada hacia adelante, sino plano y aún concavo de lado a lado. Además, la región de los pómulos estaba muy ensanchada como resultado de la ampliación lateral de las fosas temporales.

Concomitantemente con el aumento de tamaño de los músculos temporales, las ramas ascendentes de la mandíbula son muy altas, lo que acrecienta la longitud del brazo de potencia de los músculos temporales y maseteros. Como consecuencia, se produce un incremento paralelo en la altura de los malares y del maxilar, dando lugar a una cara también muy alta.

En cuanto a las mandíbulas de los parántropos, éstas son muy robustas (es decir con el cuerpo mandibular muy espeso), lo que responde a la necesidad del hueso de resistir y disipar grandes tensiones originadas por el acentuado esfuerzo masticatorio. Por otra parte, la mandíbula de un parántropo es fácil de distinguir de la de cualquier otro homínido o antropomorfo por ser muy ancha en relación con su longitud. Como ya hemos comentado, esta disposición, mandíbula relativamente corta y ancha, potencia la componente lateral de la acción de los músculos pterigoideos externos, lo que es ideal para conseguir movimientos circulares de la mandíbula destinados a moler un alimento duro.

Una vía paralela de aproximación al establecimiento de la dieta de los parántropos, consiste en analizar las diminutas marcas que el alimento produce en el **esmalte** de la cara oclusal de los molares. Estudiando primates vivos se ha podido comprobar que las dietas vegetales "blandas", basadas en hojas tiernas y frutos carnosos, producen marcas distintas que las ocasionadas por dietas vegetales "duras", fundamentadas en nueces, cortezas y semillas. Los estudios realizados en los molares de *Australopithecus africanus* y de *Paranthropus robustus* indican una dieta vegetal "blanda" (similar a la del chimpancé) para el primero y una dieta vegetal "dura" para el segundo.

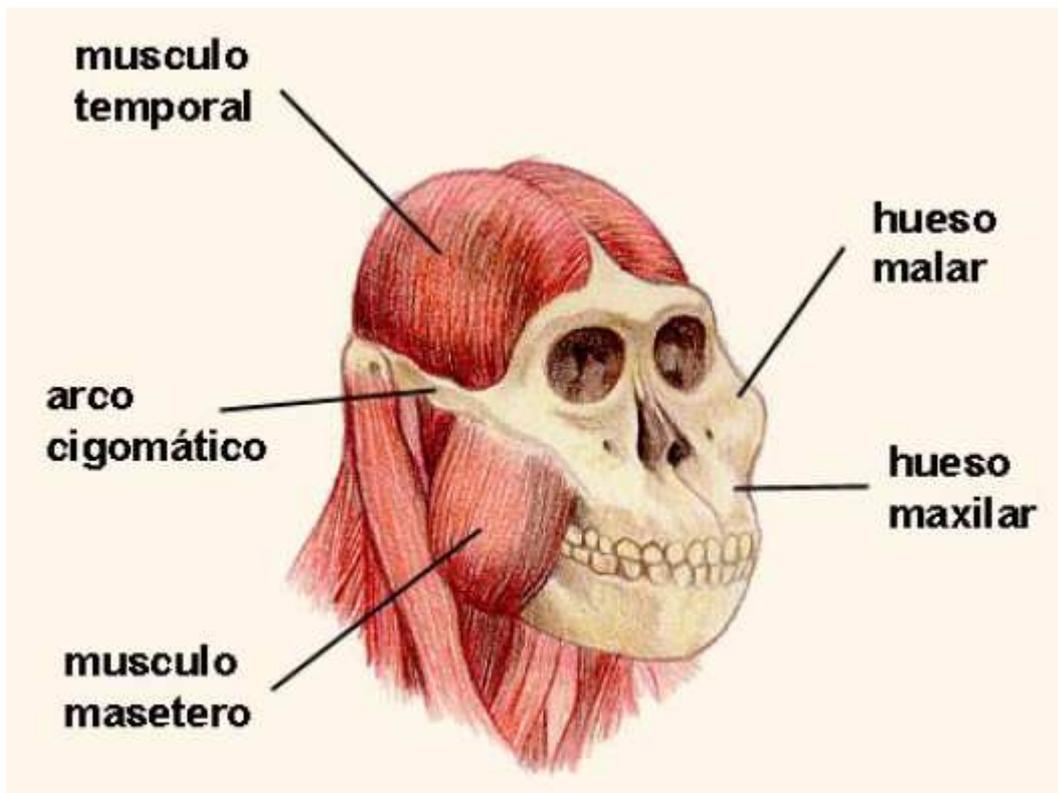


Figura 3.3.10 Macho de *Paranthropus aethiopicus* mostrando elementos implicados en la masticación.

Un último apunte en este retrato. Es regla general entre los mamíferos el que los carnívoros tengan un cerebro mucho mayor que el de los herbívoros. Este hecho guarda relación con el diferente modo de ganarse el sustento de unos y otros: cazar es una actividad más compleja que pacer. Pues bien, según todos los estudios, el cerebro de los parántropos es sorprendentemente grande, teniendo en cuenta su modo de alimentación exclusivamente vegetariano. De hecho, fue mayor que el de sus antecesores, también vegetarianos, *Australopithecus afarensis* y *Australopithecus africanus*. ¿Acaso el nuevo tipo de vida de los parántropos presentaba problemas inéditos o mayores (tal vez más depredadores o más eficientes), o quizá su estructura social fue más compleja?. Quizá la respuesta sea más sencilla después de todo: según Dean Falk, una de las más prestigiosas especialistas en el estudio del encéfalo de los **homínidos** fósiles, los parántropos no fueron tan listos ni su encefalo fue tan grande. A partir de recientes investigaciones realizadas utilizando la moderna técnica del análisis computerizado de tomografías axiales, Falk piensa que todas las reconstrucciones realizadas sobre los encéfalos de los parántropos son erróneos: en su opinión sobrestiman la capacidad encefálica de estos **homínidos**. Para esta investigadora, el encéfalo de los parántropos fue del mismo tamaño que el de los australopitecos.

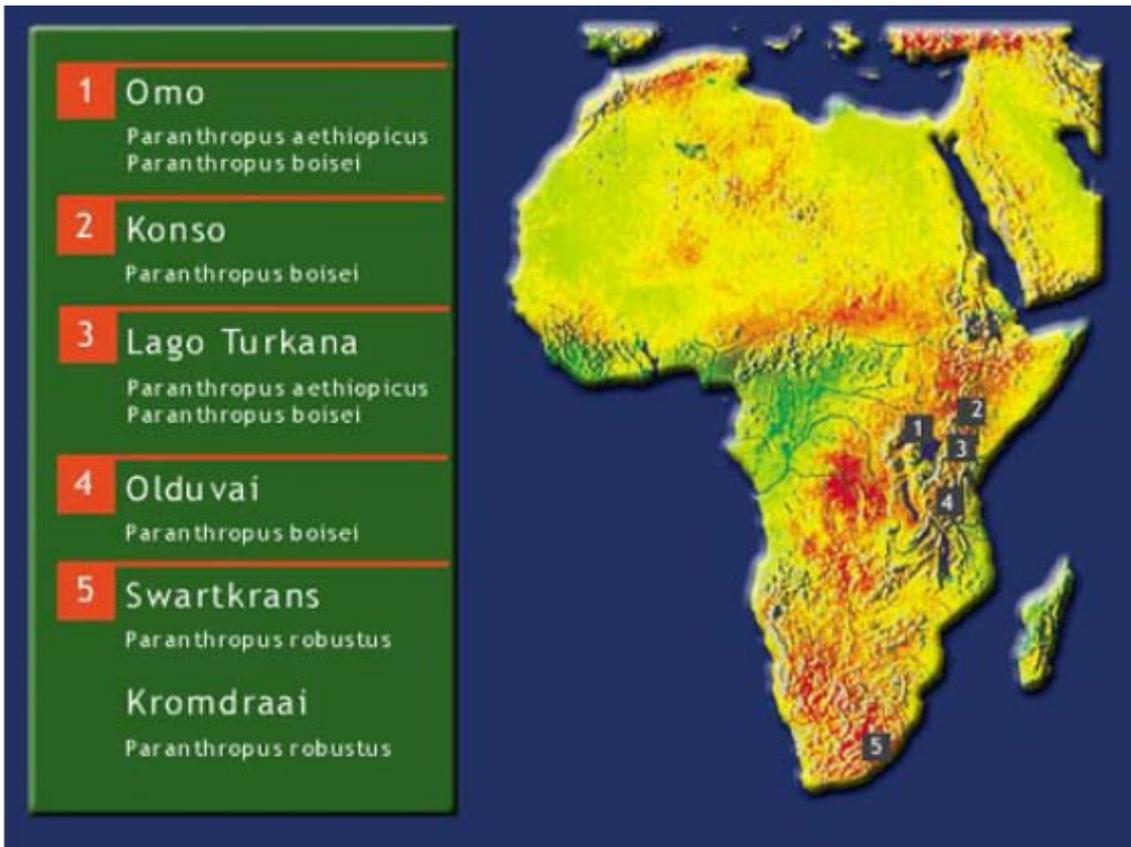


Figura 3.3.11 Yacimientos africanos donde han aparecido restos de alguna de las tres especies de *Paranthropus*

4. Actividades

Actividad 1

Hacer un esquema que relacione las **especies** del **género** *Paranthropus* con sus respectivos yacimientos. Sobre un mapa de África, colorear los países en los que se han encontrado restos de *Paranthropus*, empleando un color distinto para cada especie.

Actividad 2

Utilizando un eje temporal, representar los rangos cronológicos de las tres especies de parántropos.

Actividad 3

Sobre un dibujo de un cráneo humano, localizar los siguientes huesos: la mandíbula, los huesos parietales, el hueso maxilar, los huesos malares, el arco cigomático. A continuación, mediante flechas representar la posición y acción de los músculos temporales y maseteros.

Actividad 4

Sobre un dibujo de un cráneo humano (en norma lateral) situar el punto de articulación entre la mandíbula y el cráneo (punto 1), el punto de inserción en la mandíbula de los músculos temporales (punto 2) y un punto situado sobre el centro del primer molar (punto 3). A continuación trazar una línea que represente el brazo de potencia (desde el punto 1 hasta el punto 2) y el brazo de resistencia (desde el punto 1 hasta el punto 3) de los músculos temporales.

Razonar como variará la eficacia de los músculos temporales si:

- Si desplazamos el punto 3 hasta el punto medio entre ambos premolares.
- Si retrasamos el punto 3 hasta el segundo molar.
- Si aumentamos la distancia entre el punto 1 y el punto 2.

5. Autoevaluación

1) El primer fósil de parántropo se encontró en:

- 1.- Kenia.
- 2.- Etiopía.
- 3.- Tanzania.
- 4.- Sudáfrica.

2) Mencionar dos yacimientos para cada especie de parántropo, indicando el país en que se enclavan.

3) El rango cronológico de *Paranthropus robustus* es:

- 1.- Entre 1'8 y 1 m.a.
- 2.- Alrededor de 1'8 m.a.
- 3.- Entre 2 y 1'5 m.a.
- 4.- Entre 1'8 y 1'5 m.a.

4) El rango cronológico de *Paranthropus boisei* es:

- 1.- Entre 2 y 1'5 m.a.
- 2.- Entre 2'3 y 1 m.a.
- 3.- Entre 1'8 y 1 m.a.
- 4.- Entre 2'5 y 1'8 m.a.

5) El rango cronológico de *Paranthropus aethiopicus* es:

- 1.- Entre 2'5 y 2 m.a.
- 2.- Entre 2'8 y 1'8 m.a.
- 3.- Entre 2'5 y 1'8 m.a.
- 4.- Entre 2'6 y 2'3 m.a.

6) ¿Cuál es la especie mejor conocida de parántropo? ¿Cuál es la más primitiva? ¿Cuál es la más especializada?

7) En la actualidad, de que especie se piensa que derivan directamente los parántropos.

- 1.- De *Australopithecus afarensis*.
- 2.- De *Australopithecus anamensis*.
- 3.- De *Australopithecus africanus*.
- 4.- De *Ardipithecus ramidus*.

8) ¿Cuáles de los siguientes huesos forman parte del aparato masticador?

- 1.- Los huesos parietales.
- 2.- Los huesos palatinos.
- 3.- Los huesos malares.
- 4.- El hueso frontal.

9) ¿Cuáles de los siguientes músculos forman parte del aparato masticador?

- 1.- Los músculos maseteros.
- 2.- Los músculos tensores del paladar.
- 3.- Los músculos pterigoideos.
- 4.- Los musculos parietales.

10) La eficacia de los músculos temporales aumenta cuando:

- 1.- Se adelanta la zona de masticación.
- 2.- Se retrasa la zona de masticación.
- 3.- Se aumenta la anchura de la mandíbula.
- 4.- Se aumenta el tamaño de los molares.

11) El aumento de la anchura de la mandíbula de los parántropos está relacionado con:

- 1.- La disipación de los esfuerzos de una masticación intensa.
- 2.- El aumento del tamaño de los molares.
- 3.- Facilitar los movimientos circulares de la mandíbula.
- 4.- Incrementar la eficacia de los músculos maseteros.

12) La megadoncia consiste en:

- 1.- Presencia de molares grandes.
- 2.- Incremento del tamaño de la mandíbula.
- 3.- Presencia de molares mayores de lo esperado para el tamaño de un animal.
- 4.- Aumento general del tamaño del aparato masticador.

13) ¿Cuáles son las principales adaptaciones de los parántropos en la dentición?

14) Elegir las afirmaciones correctas:

- 1.- Los parántropos fueron homínidos adaptados a una dieta variada para poder sobrevivir en la sabana.
- 2.- Los parántropos estaban adaptados a consumir productos vegetales duros, típicos de los ambientes abiertos como la sabana.
- 3.- Los parántropos fueron unos homínidos muy robustos para defenderse de los depredadores de la sabana.
- 4.- El gran desarrollo del aparato masticador de los parántropos está relacionado con el aumento de consumo de carne, un recurso abundante en la sabana.

6. Soluciones

1) El primer fósil de parántropo se encontró en:

4.- Sudáfrica.

2) Mencionar dos yacimientos para cada especie de parántropo, indicando el país en que se enclavan.

Paranthropus robustus: Swartkrans y Kromdraai, Sudáfrica.

Paranthropus boisei: Río Omo y Konso, Etiopía; Laetoli y Peninj, Tanzania; Riberas oriental (Koobi Fora) y occidental del lago Turkana y Chesowanja, Kenia.

Paranthropus aethiopicus: Ribera occidental del lago Turkana, Kenia; río Omo, Etiopía.

3) El rango cronológico de *Paranthropus robustus* es:

1.- Entre 1'8 y 1 m.a.

4) El rango cronológico de *Paranthropus boisei* es:

2.- Entre 2'3 y 1 m.a.

5) El rango cronológico de *Paranthropus aethiopicus* es:

4.- Entre 2'6 y 2'3 m.a.

6) ¿Cuál es la especie mejor conocida de parántropo? ¿Cuál es la más primitiva? ¿Cuál es la más especializada?

7) En la actualidad, de qué especie se piensa que derivan directamente los parántropos.

1.- De *Australopithecus afarensis*.

8) ¿Cuáles de los siguientes huesos forman parte del aparato masticador?

3.- Los huesos malares.

9) ¿Cuáles de los siguientes músculos forman parte del aparato masticador?

1.- Los músculos maseteros.

3.- Los músculos pterigoideos.

10) La eficacia de los músculos temporales aumenta cuando:

2.- Se retrasa la zona de masticación.

11) El aumento de la anchura de la mandíbula de los parántropos está relacionado con:

3.- Facilitar los movimientos circulares de la mandíbula.

12) La megadoncia consiste en:

3.- Presencia de molares mayores de lo esperado para el tamaño de un animal.

13) ¿Cuáles son las principales adaptaciones de los parántropos en la dentición?

Molares cubiertos de una gruesa capa de esmalte, megadoncia, molarización de los molares y reducción de la dentición anterior: incisivos y caninos.

14) Elegir las afirmaciones correctas:

2.- Los parántropos estaban adaptados a consumir productos vegetales duros, típicos de los ambientes abiertos como la sabana.

Módulo 4, Paleoecología del cuaternario

UD.1 Clima y evolución humana (glaciaciones)

UD.2 Fauna y flora cuaternarias



Unidad 1, Clima y evolución humana



Glaciaciones

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Clima y adaptaciones de fauna y flora**
- 3.2 Los sedimentos**
 - 3.2.1 Las huellas del frío**
- 3.3 El Cuaternario**
 - 3.3.1 Preludio del Cuaternario**
 - 3.3.2 Las glaciaciones Cuaternarias**
 - 3.3.3 Las Glaciaciones Alpinas**
 - 3.3.4 La glaciación más dramática**
- 3.4 Las causas de las fluctuaciones climáticas**
- 3.5 La curva de paleotemperaturas e isótopos del oxígeno**
- 3.6 Los asentamientos humanos y el clima**
 - 3.6.1 Los humanos y la aridez en África**
 - 3.6.2 Los humanos y los fríos más intensos: el caso de neandertales y cromañones en Europa Oriental**

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es imprescindible ningún conocimiento previo para la comprensión de esta unidad, pero se recomienda consultar la unidad "Fauna y Flora en el [Pleistoceno europeo](#)"

1.2 Objetivos didácticos

- Conocer cuáles fueron los climas que vivieron nuestros antepasados centrándonos especialmente en Europa y en el [Cuaternario](#).
- Conocer las posibles causas de las más extremas oscilaciones climáticas.
- Conocer cuántos ciclos de oscilaciones climáticas ha habido durante el [Pleistoceno](#).
- Conocer las diferencias entre [estadio](#) e [interestadio](#) en un proceso de glaciario.
- Conocer los límites del glaciario en Europa y en la Península Ibérica.
- Identificar el tipo de "pistas" que va dejando un periodo glaciario en sus sedimentos.
- Comprender la huella que estas críticas fluctuaciones de la temperatura han ido dejando en el entorno de los [homínidos](#), la fauna y la flora (a partir del estudio de los yacimientos).
- Correlacionar los momentos climáticos (de frío o calor) detectados, con el registro fósil, es decir con la evolución humana en los dos últimos millones de años.

1.3 Lecturas recomendadas

M.A.J. William, D. L. Dunkerley, P De Deckker, A. P. Kershaw & T. Stokes (1996). *Quaternary Environments*. 330pp. John Wiley & Sons Inc: New York.

Varios autores (1991). *El Clima*. Libros de Investigación y Ciencia. Prensa Científica S.A.: Barcelona.

2. Resumen del tema

Cuando los paleoantropólogos intentan comprender las causas de la aparición o desaparición de las distintas **especies** de **homínidos**, o se interesan por explicar su distribución geográfica, las causas de sus desplazamientos o por ciertas peculiaridades anatómicas que pueden responder a adaptaciones, tienen muy presente las variaciones que ha sufrido el clima en los últimos millones de años. En esta unidad, nos centraremos en los cambios de los 2 últimos millones de años, periodo bautizado como **Cuaternario** y que ha supuesto el escenario de la culminación de la evolución humana. En este momento y desde hace 10.000 años vivimos en una época cálida, llamada **Holoceno**, aunque durante este período no todo el tiempo el clima ha sido absolutamente uniforme. Sin embargo, las pequeñas oscilaciones del clima son insignificantes comparadas con los grandes cambios climáticos en los que se enmarca la evolución humana en los últimos dos millones de años. En ese dilatado período se confirma una tendencia (que alcanza nuestros días) de enfriamiento del planeta unido a una disminución promedio de las precipitaciones. Estos fenómenos no tuvieron lugar de manera lineal, sino que fueron marcando oscilaciones, también denominados ciclos climáticos. En éstos se distinguen las fases de máximo frío, que hemos denominado glaciaciones, a las que le suceden las fases cálidas llamadas **interglaciares**.

Estas oscilaciones climáticas no incidieron de igual manera en todo el planeta, sino que han dependido de la latitud. Así las áreas alejadas del Ecuador, escenario geográfico que ha protagonizado gran parte de la evolución humana, fueron las más influenciadas por estos ciclos extremos. El hemisferio sur no ha experimentado glaciaciones como tales, porque la Antártida está aislada de las demás masas continentales. El **Cuaternario** y sus glaciaciones periódicas (especialmente extremas en el último millón de años) han sido testigo de la salida de los primeros seres humanos fuera de África. La posterior expansión de éstos **homínidos** por Europa y Asia (Eurasia) dando lugar a diferentes formas humanas, según procesos de especiación, viene siendo objeto de estudio por los prehistoriadores y paleoantropólogos.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Clima y adaptaciones de fauna y flora

El clima de una región está co-determinado por una gran cantidad de factores tales como la latitud, la orografía y la circulación de las corrientes oceánicas y atmosféricas. En consecuencia, no es posible deducir teóricamente sus variaciones aplicando un modelo ideal al pasado; los climas del pasado deben inferirse directamente a partir de datos fósiles. Para ello, los científicos utilizan tres vías de aproximación: las variaciones de floras y faunas, deducidas a partir de los fósiles; la sedimentología; y el estudio de las variaciones entre determinados **isótopos** del oxígeno.

El clima influye de dos formas en la fauna que vive en ella: En primer lugar, sobre su anatomía y fisiología, que deben estar adaptadas a las condiciones ambientales (como la temperatura, humedad, o insolación). La relación entre el volumen y la superficie depende del tamaño del animal ya que el volumen es función cúbica de la longitud, mientras que la superficie es función cuadrática. En consecuencia, en dos animales de la misma forma, el volumen del mayor será proporcionalmente más grande. La relación superficie/volumen es crucial para los seres vivos en el caso de la economía térmica. Una relación superficie/volumen alta (es decir más superficie en relación con el volumen) favorece la pérdida de calor, mientras que la situación contraria (menor superficie en relación con el volumen) posibilita la retención de calor. Así, animales similares que viven en distintas latitudes presentan variaciones en su tamaño o en su forma para favorecer la pérdida o la retención del calor corporal, según las conocidas reglas de Bergman y de Allen.

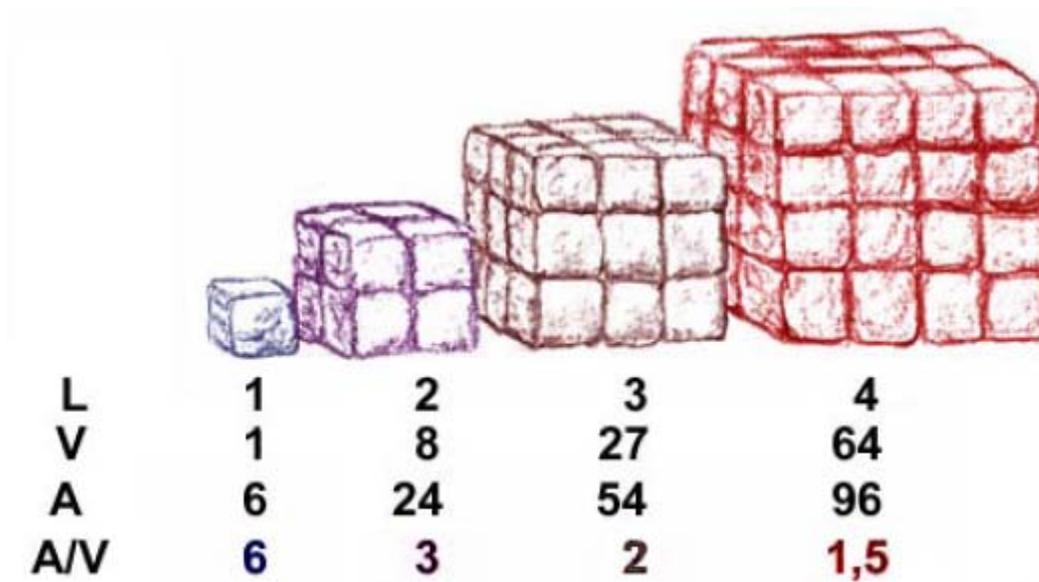


Figura 4.1.1 La relación entre el volumen y la superficie depende del tamaño del animal: El volumen es función cúbica de la longitud, mientras que la superficie es función cuadrática. Si dos animales presentan la misma forma, el volumen del mayor será *proporcionalmente* más grande. En la figura se representan la longitud (L), volumen (V), área (A) y relación área-volumen (A/V) para varios cubos. Se comprueba como en el cubo grande, con una superficie relativamente menor se encierra un mayor volumen.

También los animales adquieren diferentes pelajes según el tipo de condiciones climáticas, pero en estos casos no es fácil detectar estas aclimataciones debido a las limitaciones de la fosilización. No obstante en circunstancias muy especiales se han encontrado ciertos especímenes "momificados" que proporcionan información de este tipo.



Figura 4.1.2. El mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*) es una de las pocas especies que aparece frecuentemente "momificado", y por tanto aporta mucha información que normalmente no fosiliza, (como el pelaje o el contenido estomacal). Su extraordinaria preservación se debe a que sus restos se conservan en el **permafrost** (suelo helado), que actúa como un congelador.

Respecto a la flora, Los factores climáticos influyen decisivamente en el tipo de cubierta vegetal de una región, lo que acota el tipo de recursos de los consumidores primarios y determina factores tales como el tipo y cantidad de refugios ante los depredadores. En suma, no es lo mismo vivir en la **taiga**, en la **tundra**, en la selva o en la sabana.

Como ya se ha comentado, el clima determina la fauna y flora de una región, de modo que determinadas **especies** vegetales y animales solo viven, en la actualidad, en zonas con específicas condiciones ambientales. Por ejemplo, los abedules y hayas viven en climas frescos, mientras que los olivos y adelfas lo hacen en otros templados. De la misma manera, los renos, mamuts y rinocerontes lanudos son indicadores de frío, mientras que los hipopótamos, macacos y puercoespines lo son de ambientes cálidos. Dicho de otra manera, el estudio de las condiciones ambientales del pasado se aborda mediante el principio de actualismo: observar la distribución actual de las especies para inferir las condiciones ambientales en que vivieron estas especies o especies similares. No obstante, es preciso ser muy cuidadoso, porque hay especies que hoy día están confinadas en lugares muy concretos del planeta, pero que en el pasado tuvieron áreas de distribución más amplias (los leones o las hienas). Solo aquellas especies, animales y vegetales, de las que se sabe con certeza que están ligadas a determinadas condiciones ambientales, pueden usarse en las reconstrucciones paleoambientales.

De este modo, la aparición o extinción de las distintas especies de **homínidos**, así como determinadas adaptaciones de cada una, puede relacionarse con los climas del pasado. Pero para ello es preciso saber cuáles fueron estos climas, que no fueron los mismos que hoy día, ya que han sufrido variaciones a lo largo del tiempo.

3.2 Los sedimentos

El estudio de los sedimentos de un yacimiento (o sedimentología) también ayuda en las reconstrucciones paleoambientales, porque las distintas condiciones climáticas favorecen la formación de sedimentos distintos. Así, por ejemplo, cuando hace mucho frío, el agua de lluvia que se filtra por las grietas de las rocas se congela y aumenta su volumen, actuando como una cuña que parte las rocas en bloques (figura 4.1.3). Para que este fenómeno tenga lugar es preciso que las heladas sean muy intensas y prolongadas. De modo que si en el interior de una cueva nos encontramos un nivel de grandes bloques, podemos suponer que se formó en una época fría. Por el contrario, en las épocas cálidas, predomina la deposición de sedimentos finos (arcillas, por ejemplo), debido a que en esas condiciones ambientales se desarrolla una cubierta vegetal muy tupida que altera intensamente la roca madre y produce gran cantidad de ese tipo de sedimentos. También en este caso, los científicos han de ser cautos, ya que además de la temperatura influyen otros factores atmosféricos como son la pluviosidad. Además en la formación de un yacimiento intervienen otros factores (por ejemplo la velocidad del agua que transporta los sedimentos, que selecciona el tamaño del material que se deposita).

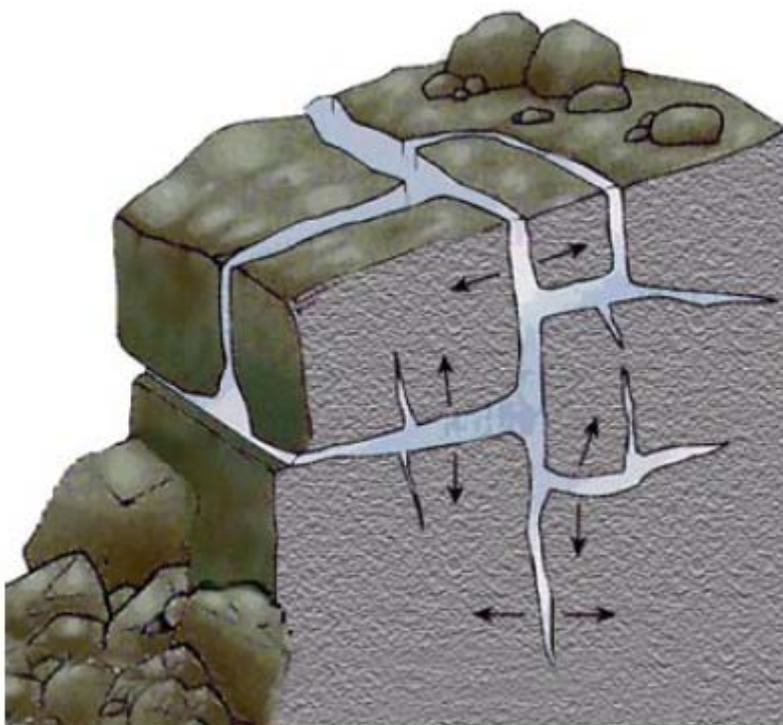


Figura 4.1.3

Cuando el frío es muy intenso, el agua de lluvia que se filtra por entre las fisuras de las rocas se congela y aumenta su volumen, actuando como una cuña y partiendo las rocas en bloques favoreciendo su disgregación cada vez en rocas menores.

3.2.1 Las huellas del frío

Los sedimentos terrestres del **Cuaternario** son los relacionados con la acción de los glaciares (morrenas), del aire (sedimentos eólicos) y de la dinámica fluvial (terrazas). Las morrenas pueden ser frontales, laterales y de fondo, y como resultado de la acción de estos depósitos hoy existen una serie de lagunas en montañas como los Pirineos, Cordillera Cantábrica y Central y Sierra Morena. En estas montañas son también identificables valles de morfología glaciar, con sección transversal en forma de U, característica del modelado glaciar como el de la figura 4.1.4.



Figura 4.1.4 En la vertiente cantábrica, la **glaciación** ocupó la cabecera de varios ríos, como el Asón, originando formas de valle características y depositando acumulaciones de morrena cuyos retazos jalonan la zona de cabecera hasta la cota de 600 m.

En las condiciones secas y esteparias, y con vientos de dirección constante, se han depositado polvo y arena, transportados por el viento, a lo largo de cordones de dunas. Este proceso se observa muy bien en diversos lugares de nuestra geografía, como por ejemplo en el Coto de Doñana (Huelva) donde las dunas se formaron durante el **Holoceno** (última fase del **Cuaternario**).

Los sedimentos cuaternarios de las terrazas fluviales son muy frecuentes y están compuestos por limos, arenas y cantos rodados, que se van depositando en las llanuras aluviales, y posteriormente dan lugar a "terrazas colgadas" a diferentes alturas, según los procesos de sedimentación y erosión. Es frecuente encontrar en nuestros ríos varios de estos niveles de terrazas, de las cuales las superiores corresponden a las más antiguas. Las terrazas pueden aparecer también en zonas lacustres como las existentes en la cuenca de Guadix-Baza (figura 4.1.5.)



Figura 4.1.5 Sección de Zújar en la formación Plio-Pleistocena de la cuenca de Guadix-Baza (Granada).

Comparando los datos procedentes del estudio de la fauna y flora fósil, junto con los de los análisis sedimentológicos es posible inferir las condiciones climáticas reinantes en el momento de formarse un yacimiento. El siguiente paso consiste en relacionar dicho yacimiento con alguno de los episodios climáticos globales del planeta (de enfriamiento o calentamiento). Para ello, se han establecido escalas paleoclimáticas globales que nos informan de las variaciones térmicas de la superficie de la Tierra en los últimos millones de años. El método para elaborar estas escalas se basa en el estudio de las variaciones en la cantidad relativa de dos **isótopos** del oxígeno en el agua del mar a lo largo del tiempo, esto lo analizaremos más adelante.

3.3 El Cuaternario

3.3.1 Preludio del Cuaternario

Durante el Terciario hubo una serie de eventos tectónicos que dieron lugar a episodios regionales como la acumulación de hielos en la Antártida, el levantamiento del Himalaya, el cierre del istmo de Panamá, el enfriamiento y desertización en áreas intertropicales y la expansión de la savana a expensas de la selva tropical.

3.3.2 Las glaciaciones Cuaternarias

La denominación de **Cuaternario** data del siglo XIX. Fue dado por Desnoyers en 1829, para todas aquellas formaciones recientes, posteriores al Plioceno. Literalmente el término se creó para referirse a los "depósitos no consolidados" como uno de los cuatro tipos de formaciones. Las otras serían:

- Las Primarias: granitos y lavas
- Las Secundarias: rocas metamórficas
- Las Terciarias: los estratos consolidados.

El **Cuaternario** (periodo geológico que comienza hace casi 2 millones de años) define una Era coincidente con el **Pleistoceno** (más el **Holoceno**) mientras que el Terciario engloba el resto del Cenozoico. Excluyendo los últimos 10.000 años que comprenden el **Holoceno**, **Cuaternario** y Pleistoceno se usan indistintamente, de hecho el Pleistoceno es a menudo referido como "la edad del hielo" haciendo referencia a las glaciaciones Pleistocenas (o Cuaternarias). El **Cuaternario** no es considerado como una Era sino como el último periodo de la Era Terciaria. El comienzo del Pleistoceno tiene lugar con la quizá más extensa era glaciaria, cuando los **homínidos** ya poblaban la Tierra.

El **Cuaternario** ha experimentado muchos cambios ambientales, pero ninguno tan dramático e importante como las formaciones de enormes mantos de hielo que crecieron y se retiraron en sucesivos episodios afectando a grandes extensiones terrestres del hemisferio norte. En el Pleistoceno africano no hay cambios climáticos bien definidos pero existen depósitos glaciares que se extienden miles de metros en el Monte Kenya, el Kilimanjaro y el Ruwenzoris desde los actuales límites de glaciaria e indican que los cambios climáticos también afectaron en cierta manera los trópicos.

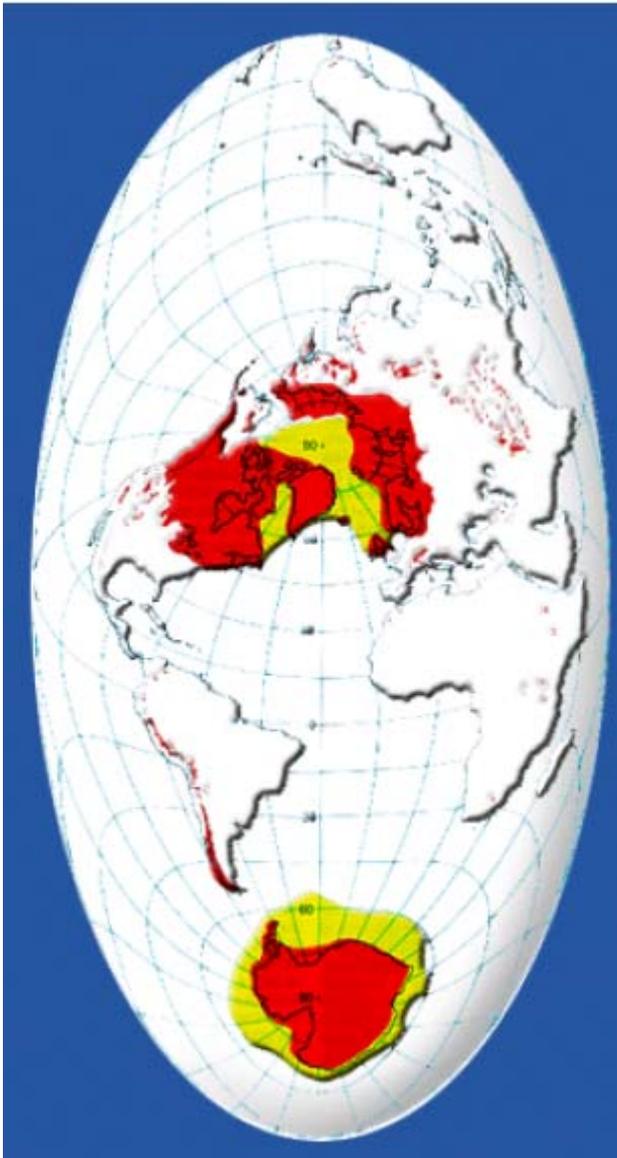


Figura 4.1.6.

Durante el último máximo glacial (entre hace 17.000 y 21.000 años), las temperaturas disminuyeron globalmente, el hielo cubría cerca de un tercio de la superficie terrestre. En Eurasia, casi 3 km de altura de hielo llegaban a lo que hoy es Edimburgo. Hacia el sur conectaba con otra gran masa de hielo en la región de los Alpes, quedando solo un pasillo frío y árido conectando con Europa occidental.

3.3.3 Las Glaciaciones Alpinas

En 1909, Penck y Brückner identificaron una secuencia de cuatro paquetes de sedimento en las laderas de pie de monte en los Alpes. Estos representaban cuatro secuencias de periodos fríos, es decir *glaciaciones* y fueron denominadas como cuatro pequeños afluentes del Danubio al oeste de Munich: Günz, Mindel, Riss y Würm. Hasta hace muy poco tiempo, los yacimientos europeos se correlacionaban con alguno de estos periodos fríos para establecer la edad relativa del yacimiento.

Estudios más detallados demostraron posteriormente que a su vez, dentro de cada **glaciación** se incluían momentos puntuales muy fríos, llamados "picos fríos" o de máximo glaciario (**estadios**) seguidos de fases menos frías (interestadios). Las glaciaciones se alternan con *periodos interglaciares*, marcados por un clima más templado, como en el que hoy nos encontramos. Los *interestadios e interglaciares* se detectaron a partir de múltiples niveles de **loess** (sedimentos depositados por el viento) que cubrían las morrenas glaciares. Los sedimentos del Eem, el último interglacial (post-Riss y pre-Würm) sugieren condiciones más cálidas que las actuales, con bosques de robles (*Quercus*) seguidamente reemplazados por abetos (*Picea*) y otras **especies** resistentes al frío. La fauna fósil de los interglaciares es también relevante, con elefantes de piel desnuda, macacos y castores, mientras que durante las glaciaciones aparecen renos junto a mamuts y rinocerontes lanudos.

En Holanda y Alemania, además se han reconocido las glaciaciones a partir de la geología de la cuenca del Mar del Norte, denominándolas Menap, Elster, Saale y Weichsel y los interglaciares **Cromer**, Holstein y Eem. Posteriormente, se afinó este estudio, al distinguir en el amplio interglaciario Cromer, al menos cuatro oscilaciones de temperaturas pasando a denominarse todo ese periodo "*Complejo Cromeriense*": sus cuatro **interglaciares** se enumeran como I, II, III y IV (siendo el Interglaciario I el más antiguo y el IV el que marca el final de este periodo templado sucediéndolo el periodo glaciario Elster).

Estas mismas glaciaciones en Norteamérica se han denominado Nebraskan, Kansan, Illinoisian y Wisconsinian, mientras que los tres interglaciares son Afton, Yarmouth y Sangamon.

En la Península Ibérica, estas glaciaciones no fueron tan extremas pero también dejó su huella el paso de los intensos fríos. Las montañas que estuvieron cubiertas por hielo permanente fueron los Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sierra de la Demanda, Cordillera Central, Sierra Nevada y Sierra de la Estrella.



Figura 4.1.7. Los procesos glaciares en la Península Ibérica no han sido tan dramáticos como en el resto de Eurasia pero también han dejado huella, alcanzando incluso Andalucía. Aquí se indican las zonas con glaciario en la Península Ibérica.

3.3.4 La glaciación más dramática

Durante el último máximo glacial (entre hace 17.000 y 21.000 años), las temperaturas disminuyeron globalmente, el hielo cubría cerca de un tercio de la superficie terrestre. Dado que la Antártida y Groenlandia (que actualmente suman un 97 por ciento del área terrestre ocupada por hielo) están hoy efectivamente cubiertos por hielo, el área adicional cubierta con hielo glacial reunía principalmente partes del globo hoy libres de hielos. Estas incluyen, la mayor parte de Canadá, grandes áreas de Norteamérica y norte de Europa.

En Eurasia, un casquete polar de hasta tres kilómetros de altura de hielo se instalaba tan al sur como la región en la que hoy se encuentra Edimburgo. Al descenso hacia el sur del casquete polar conectaba con otra gran masa de hielo depositada en la región de los Alpes, quedando el paso hacia Europa occidental restringido a pequeños pasillos, que además serían fríos y áridos: ambientes de [tundra](#).

Estos espectaculares avances de los hielos han sido tema de estudio de prehistoriadores, ya que es precisamente Europa la cuna de la Prehistoria. En la Península Ibérica, estudios de glaciario tanto en el Sistema Central como en los Picos de Europa, detectan dos pulsaciones importantes. En la primera, los glaciares alcanzaron su máxima extensión y en la segunda se estabilizan a una mayor altitud. Todo sugiere que el primero de los dos momentos corresponde al punto álgido de esta última [glaciación](#), cuando ya no existían los neandertales, y el segundo al final del [Pleistoceno](#). Parece que los neandertales de la Península Ibérica solo llegaron a conocer los fríos máximos en los Pirineos. Fueron posteriormente los hombres de Cro-magnon los que se enfrentaron a los fríos más extremos.

3.4 Las causas de las fluctuaciones climáticas

Hace unos 2,4 millones de años, a las puertas del **Cuaternario**, habían crecido moderados mantos de hielo en el hemisferio norte. Durante el **Cuaternario** temprano, en el cron magnético **Matuyama**, las alternancias de épocas cálidas a frías parecían tener una periodicidad de 41.000 años. Sorprendentemente es la misma que experimenta la fluctuación astronómica que rige la *inclinación* del eje de rotación de la Tierra. Este fluctúa respecto del plano vertical de su órbita entre 21,5 grados hasta 24,5 grados. Actualmente este eje está desviado unos 23,51 grados respecto a la vertical.

La amplitud de las fluctuaciones ambientales registradas en los sedimentos marinos posterior a 0,9 millones de años se incrementa y refleja el crecimiento de la masa de los mantos de hielo durante las fases frías. Además estas oscilaciones se hicieron menos frecuentes con ciclos de unos 100.000 años. Curiosamente, esto también coincide con el ciclo de tiempo de otro parámetro de la órbita, el de la *excentricidad* de la órbita terrestre alrededor del sol, (la orientación de su eje de rotación, que describe lentamente un cono en el espacio y la inclinación del cono, que afecta a la abertura del cono). Con un período de 100.000 años, la órbita se "estira", haciéndose la elipse más excéntrica y retornando después a una forma más circular. Esta frecuencia dominó especialmente durante los aproximadamente últimos 400.000 años (aunque aún había ciclos de 41.000 años).

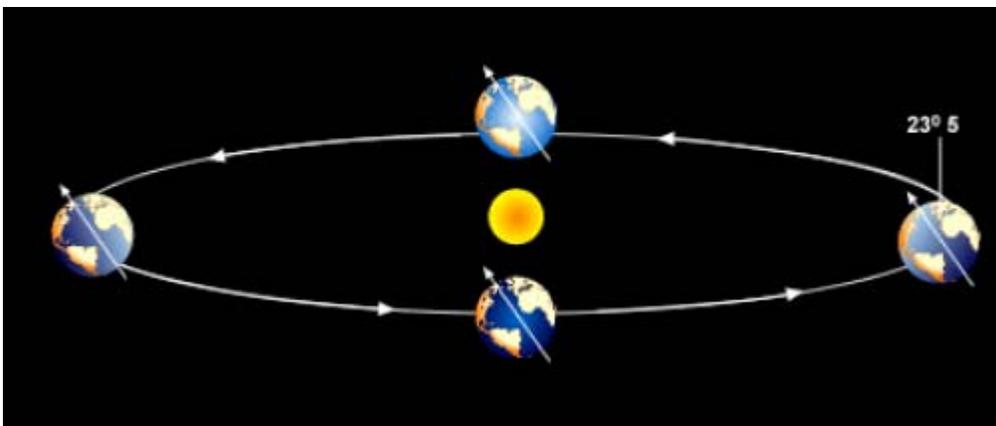


Figura 4.1.8 Ciclos astronómicos reguladores del desarrollo de la **glaciación**. Los ciclos (entre 23.000 y 100.000 años de duración) influyen en la **excentricidad** de la órbita terrestre.

Además existe otra fluctuación astronómica que rige la interacción entre los efectos de la inclinación y la excentricidad: la **precesión**. Se trata de un "bamboleo" del eje de rotación de la Tierra, que describe una circunferencia completa respecto de las estrellas fijas aproximadamente cada 23.000 años) superpuestos en la variación más lenta. La repetida coincidencia entre las frecuencia de los cambios ambientales detectados en el registro fósil y los parámetros conocidos sobre la órbita terrestre apoyan una de las mayores hipótesis que pretende explicar la extremada inestabilidad del clima **Cuaternario**: la "teoría astronómica" del cambio climático. El padre de la teoría que relacionaba los movimientos orbitales de la Tierra, el grado de insolación y el clima del planeta, fué el astrónomo yugoslavo Milutin Milankovic (1879-1958) dedicando gran parte de su vida profesional a este tema.

Hasta aquí, sabemos que el **Cuaternario** trajo consigo importantes fluctuaciones climáticas que afectaron especialmente al hemisferio norte, incluyendo Eurasia, enclave de la evolución humana. También hemos analizado la ciclicidad de estas oscilaciones climáticas así como tanteado sus posibles causas. Solo queda acercarnos al clima africano en los últimos millones de años para situar a los **homínidos** y su evolución en su correcto contexto. Peter deMenocal, en un trabajo publicado en la revista americana Science en 1995, defiende una teoría en la que explica cómo el clima del África subtropical puede verse afectado por las oscilaciones climáticas que se están desarrollando más al norte. Según deMenocal, hace 2,8 millones de años se produjo un evento que cambió bruscamente la historia climática del hemisferio norte y tuvo un grave efecto sobre los ecosistemas africanos donde tenía lugar la evolución de los **homínidos**. Este evento crítico al que se refiere el estudio concuerda precisamente con el inicio de las oscilaciones climáticas de gran amplitud (los ciclos de 100.000 años) en los que durante las fases frías, se acumulaban los hielos en altas latitudes. El clima de África ecuatorial se vio seriamente influido por dichas oscilaciones produciéndose un retroceso de los bosques a favor de las sabanas, proceso que ha resultado imparable desde entonces. Testigos de este hecho son los registros marinos de las zonas subtropicales de los océanos Índico y Atlántico que mediante perforaciones en los fondos oceánicos obtiene este investigador americano.

Los registros marinos paleoclimáticos (de los depósitos eólicos de los fondos marinos) demuestran que el cambio climático africano Plio-**Pleistoceno** se caracteriza más por una continua alternancia entre condiciones húmedas y secas, con momentos significativos en la variación y concentración eólica hace alrededor de 2,8, 1,7 y 1 millón de años. Es decir en esos momentos se intensificaron las condiciones más frías y secas en África que pudieron haber proporcionado oportunidades de fragmentación ecológica y aislamiento genético beneficiándose aquellas **especies** que aparecían entonces, adaptadas a ambientes áridos.

3.5 La curva de paleotemperaturas e isótopos del oxígeno

El registro de los **isótopos** de oxígeno representa la más detallada subdivisión del **Cuaternario** y debería ser la escala de referencia temporal para todos. Es un registro global, que se considera que refleja los cambios en las cantidades de hielo de todo el mundo, con pequeñas variaciones entre los sondeos tomados de áreas diferentes. Además proporciona secuencias muy continuas en todo el **Cuaternario**. Y es una especie de registro "Esperanto", de fácil comprensión para los diferentes profesionales del mundo que evitan las subdivisiones *regionales*. Sin embargo, no se debe olvidar que estos sondeos son marinos, y que las secciones terrestres con las que se pretenden establecer las correlaciones están dominadas por hiatos. Así que lo ideal para establecer la subdivisión del **Cuaternario** es una combinación del registro del fondo marino con los datos climáticos terrestres (polen, dataciones absolutas, etc.).

El agua contiene dos isótopos estables del oxígeno, el Oxígeno-16, abundante y ligero, y el Oxígeno-18, escaso y pesado. Los sedimentos del fondo del mar están compuestos no sólo de fango desplazado al mar desde la Tierra, sino también de los restos de microorganismos que vivieron en los propios mares. Los **foraminíferos** son protozoos unicelulares marinos ubicuistas que segregan una concha de carbonato. Se clasifican en dos tipos básicos según su modo de vida: los planctónicos, llamados así porque pueden regular su posición en la columna de agua, y los bentónicos que habitan en el fondo marino (o unos centímetros por encima pero siempre en el fondo marino). Los bentónicos absorben materiales del fango del fondo marino para construir su caparazón calcáreo mientras que los planctónicos lo hacen de la propia columna de agua que les rodea, estos últimos son los que se analizan, dado que es la composición del agua la que contiene la información sobre el oxígeno. Los **foraminíferos**, son capaces de absorber los dos **isótopos** diferentes del oxígeno de las aguas que los envuelven y preservan un registro de la proporción entre ellos al construir sus caparazones, que se hunden hasta el fondo del mar cuando mueren, formándose así capa tras capa.

Esta proporción entre los isótopos difiere en función del clima, puesto que la forma más liviana se evapora preferentemente del agua del mar. En tiempos cálidos la mayoría de los isótopos evaporados retornan al mar a través de precipitaciones y residuos líquidos de la Tierra; pero durante períodos más fríos muchos quedan atrapados en los casquetes de hielo polares y de gran altitud. En esos momentos se reduce la representación en los mares de los isótopos más livianos (Oxígeno-16) y rápidamente evaporados, más escasos que sus equivalentes pesados (Oxígeno-18). Los caparazones formados en épocas frías son por tanto más pobres en Oxígeno-16, que aquellos formados en períodos calidos y la proporción isotópica en caparazones de **foraminíferos** se inclina en favor de la forma más pesada en tiempos más fríos. Los depósitos acumulados en el fondo del mar contienen por tanto un registro del cambio climático.

Se han practicado cientos de sondeos en fondos de mares profundos, en los que hay depósitos sedimentarios muy potentes, estudiando la cantidad de Oxígeno-16 presente en los **foraminíferos** de cada capa. La variación del Oxígeno-16 en las aguas marinas refleja directamente las fluctuaciones de temperaturas, y se ha establecido una escala global de temperaturas de los últimos millones de años, con la cual pueden ser relacionados los distintos yacimientos: la **curva de paleotemperaturas**. Esta escala temporal es muy precisa (más que las **glaciaciones alpinas** o las del Mar del Norte) y distingue entre fases frías y cálidas. Estas fases son los estados de los **isótopos** del oxígeno, que se suele encontrar referido como **OIS** (del inglés *oxygen isotope stage*) enumerándose desde el actual **OIS 1**, hacia atrás (por ejemplo el **OIS 25** hace alrededor de 1 millón de años).

Mediante los **OIS** se elabora la **curva de paleotemperaturas**: aquellos con numeración par, son **estadios** fríos, mientras que los de número impar son estadios cálidos. El registro marino es mucho más continuo que el continental, y refleja los cambios de temperatura a escala planetaria, ya que la proporción entre los isótopos del oxígeno está relacionada con el tamaño de los casquetes polares y los correspondientes ascensos y descensos del nivel del mar. No obstante, no es nada fácil correlacionar los cambios de la temperatura marina con los ciclos climáticos continentales, y son éstos los que nos interesan en **Paleoantropología**. Por ello también se han analizado los registros de polvo transportado por el viento desde las áreas continentales, para ver cómo han variado estos aportes, que se suponen más abundantes cuanto más secas y áridas sean las tierras próximas, y menor su cobertura vegetal.

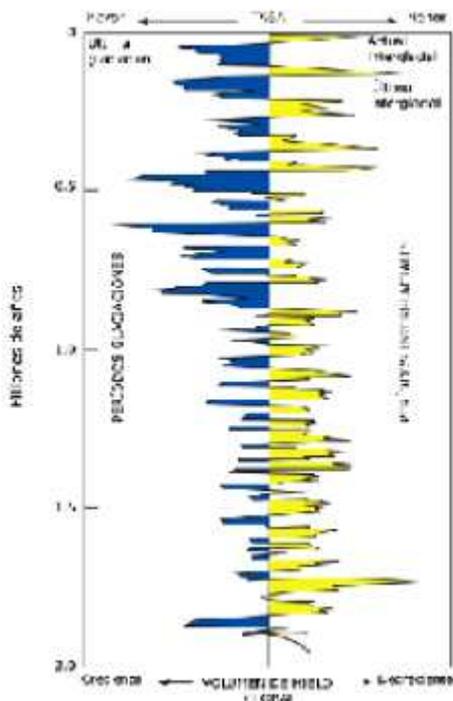


Figura 4.1.9. **curva de paleotemperaturas**:

La relación de dos **isótopos** del oxígeno en los sedimentos oceánicos mide el volumen global del hielo en el pasado. El Oxígeno-18 (el pesado) es menos frecuente en el agua del hielo glacial que en los océanos. Cuando se forman capas continentales de hielo, el agua oceánica (y por tanto los caparazones de los **foraminíferos**) se enriquece con Oxígeno-18.

Cuanto más Oxígeno-18 hay en una capa de sedimento, más hielo terrestre hubo cuando se depositó esa capa.

3.6 Los asentamientos humanos y el clima

3.6.1 Los humanos y la aridez en África

Anteriormente se ha hecho referencia a los trabajos llevados a cabo por Peter deMenocal, que precisamente se han centrado en las costas Oriental y Occidental de África e indican que las periodicidades climáticas afectaron también a las latitudes bajas africanas. Las épocas glaciares del hemisferio norte se tradujeron en un aumento de la aridez en el este de África, la tierra de nuestros primeros antepasados. Según los depósitos eólicos de los fondos marinos se han registrado continuas alternancias de condiciones húmedas y secas. Los más significativos en la variación y concentración eólica han sido hace alrededor de 2,8, 1,7 y 1 millón de años. En esos períodos, las condiciones frías y secas en África eran muy intensas y se baraja la posibilidad de que la fragmentación ecológica y aislamiento genético hubieran aumentado. Si esto fué así, aquellas especies que surgieron con adaptaciones singulares y novedosas a ambientes áridos se habrían visto favorecidas. Éste pudo ser el caso de los **homínidos** que salieron de África hace alrededor de 1 millón de años y llegaron a Europa, donde a lo largo del **Pleistoceno** colonizaron el continente evolucionando desde *Homo antecessor* hasta los neandertales, la humanidad europea.

3.6.2 Los humanos y los fríos más intensos: el caso de neandertales y cromañones en Europa Oriental

Los paisajes de Europa Oriental difieren de los de Europa Occidental y Central no solo en cuanto a clima pasado y presente sino también en topografía y paisaje. Europa Oriental se sitúa entre los Cárpatos y los Urales y está dominada por una vasta llanura que se extiende desde el Océano Ártico hasta el Mar Negro y cuya altitud goblal rara vez excede los 300 m. El clima en las llanuras es más frío y seco que en Europa Occidental y Central (por ejemplo hay una diferencia de 5° de temperatura en la media anual en enero entre ambas áreas del continente a la misma latitud). También la fauna revela unas diferencias considerables, ya que en un mismo periodo, en Europa Oriental las **especies** típicamente adaptadas al frío (mamut lanudo, saiga o reno) eran comunes mientras en el resto del continente eran raras.

Atendiendo al registro arqueológico, Europa Oriental no parece haber sido colonizada (al menos extensamente) hasta el **Pleistoceno** superior (después de 128.000 años). Con anterioridad, los humanos limitaban su distribución a los márgenes meridionales y esto, probablemente, sólo durante periodos cálidos. El modelo parece reflejar la limitada capacidad que los representantes de *Homo* del Pleistoceno medio y superior tenían para adaptarse a climas fríos así como a ambientes pobres en recursos vegetales.

Hay escasas evidencias de ocupación humana anteriores al Pleistoceno superior. La mayoría de éstos yacimientos arqueo-paleontológicos se sitúan circundantes al Mar Negro (Korolovo en los Montes Cárpatos o Treugol'naya al norte del Caúcaso) y se les asigna una edad próxima al estado isotópico 11, cuando el clima era más cálido. De cualquier modo, son muy escasos los yacimientos en esa zona mientras que en ese mismo momento, la ocupación humana en el resto de Europa era muy amplia.

Los neandertales ocuparon gran parte de Europa Oriental posteriormente, durante el principio del Pleistoceno superior. Sus restos representan la primera evidencia sustancial de asentamientos humanos (aunque aún con baja densidad). Los neandertales se las ingenieron para colonizar esta región con más éxito que sus predecesores, probablemente a causa de sus óptimas adaptaciones morfológicas al frío, más apoyados por adaptaciones anatómicas que por tecnología. Formarían parte de un modelo pan-europeo de adaptación al frío europeo (que también incluye a otros organismos). Esto contrasta con los humanos que posteriormente invadieron el continente.

Las ocupaciones de neandertales en Europa Oriental comienzan a ser muy escasas al comienzo de la última [glaciación](#), hace unos 73.000 años (OIS 4) y solo en los márgenes meridionales hay yacimientos con rangos de edad entre el OIS 5 y el OIS 3, siendo la mayoría cuevas y abrigos.

Ya se ha comentado que las temperaturas en Europa Oriental debían ser más frías que en Europa Occidental, aunque el tipo de tecnología lítica era similar, así como la ausencia de útiles fabricados en hueso o cuerna (típicos de yacimientos cromañones) que permitan una manufacturación más fina, como por ejemplo, de agujas y leznas. La falta de estos útiles debió suponer una limitación para confeccionar vestimentas o coberturas de tiendas.

Los cromañones aparecen en Europa Oriental hace más de 35.000 años. Su morfología estaba más adaptada a climas cálidos y sus innovaciones tecnológicas fueron su única arma para superar esos fríos ambientes. En contraste con los neandertales, ellos sí colonizaron con éxito las extensas llanuras Esteuropeas bajo condiciones de máximo glaciación. Los neandertales del resto de Europa, pudieron enfrentarse al intenso frío que hizo entre hace 73.000 y 60.000 años (OIS 4), pero en Europa Oriental, el frío era demasiado intenso para ellos, y se relegaron a las áreas meridionales donde el clima era algo más moderado. Las extremas bajas temperaturas y la falta de alimentos pudieron representar barreras para continuar su vida allí.

Como consecuencia, los cromañones entraron por Europa durante el OIS 3, que fue un largo periodo cálido (entre hace 60.000 y 25.000 años). Posteriormente, otra oleada de frío intenso daría comienzo y sería esperable un abandono de la zona, como hicieron los neandertales. Por el contrario, en pleno "pico máximo" de frío, durante la última glaciación, se encuentran restos en las llanuras este-europeas datados entre 38.000 y 35.000 años e incluso cercanos a 40.000 años. La tecnología humana es especialmente espectacular tras el último máximo glaciario (hace unos 20.000 años) con condiciones incluso peores que durante la anterior glaciación. Construían cabañas con huesos de mamut y hacían uso de la grasa ósea como combustible. También sofisticaron su tecnología en la caza.

Es posible que neandertales y humanos modernos compitieran por los recursos alimenticios en regiones más al sur, como Crimea y el Norte del Cáucaso, donde ambas poblaciones estaban presentes.

En suma, los humanos modernos invadieron Europa Oriental durante la última Glaciación y aparentemente reemplazaron a la población local de neandertales hace entre 30.000 y 25.000 años (OIS 3).

4. Actividades

Actividad 1

Visitar un Zoológico habiendo confeccionado previamente una lista de animales que presentan rasgos evolutivos que indican aclimatación a la vida en un clima frío (oso polar, zorro ártico, buey almizclero, reno, etc.) e intentar detectar esos rasgos. Aplicando la regla de Bergman y Allen, intentar deducir como serían ciertos rasgos anatómicos de animales ya extinguidos: por ejemplo el tamaño de las orejas del mamut lanudo.

Buscar también aquellos caracteres que caracterizan la vida en una [estepa](#) o en general en espacios abiertos, como la adaptación a la carrera, a recorrer grandes distancias de terreno árido y polvoriento (antílope saiga, caballo de Prezwaski).

5. Autoevaluación

1) ¿Qué dos periodos engloba el Cuaternario? ¿Qué relación tiene con el término Pleistoceno?

2) ¿Qué caracterizó al periodo geológico denominado Cuaternario y cuál es su principal interés para un paleoantropólogo?

3) ¿Qué especies animales y vegetales se usan para reconstruir los ambientes del pasado?
Pon algún ejemplo.

4) ¿Cuál de los dos isótopos del oxígeno es más abundante en los caparzones de los foraminíferos marinos durante una época fría?

5) ¿En qué momento/s se intensificaron las condiciones más frías y secas en África?

- a) Hace 2'8, 1'7 y 1 millón de años
- b) Hace 1 y 1'7 millones de años
- c) Hace 780.000 años

6) Un estadio se define como:

- a) una fase cálida entre dos fases frías
- b) un pico de máximo frío dentro de una fase fría o glaciación
- c) una fase fría intensa

7) ¿Qué montañas de la Península Ibérica estuvieron cubiertas por hielo permanente en el Pleistoceno?

- a) Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sierra de la Demanda, Cordillera Central, Sierra Nevada. Sierra de la Estella
- b) Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sierra de la Demanda, Cordillera Central y Sierra Nevada
- c) Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra de Gredos

8) Los sedimentos terrestres típicos del Cuaternario son:

- a) morrenas
- b) sedimentos eólicos
- c) terrazas fluviales
- d) a, b y c

6. Soluciones

1) ¿Qué dos periodos engloba el Cuaternario? ¿Qué relación tiene con el término Pleistoceno?

El Cuaternario comprende el Pleistoceno y el **Holoceno**. Excluyendo los últimos 10.000 años que comprenden el Holoceno, **Cuaternario** y Pleistoceno se usan indistintamente, (de hecho el Holoceno no difiere estratigráficamente del resto de los interglaciales pero se separa a menudo por la actividad humana). El Pleistoceno es a menudo referido como "la edad del hielo" haciendo referencia a las glaciaciones Pleistocenas (o Cuaternarias).

2) ¿Qué caracterizó al periodo geológico denominado Cuaternario y cuál es su principal interés para un paleoantropólogo?

El Cuaternario trajo consigo importantes fluctuaciones climáticas: las glaciaciones. Éstas afectaron especialmente al hemisferio norte, incluyendo Eurasia extendiéndose mantos de hielo que cubrieron gran parte de la superficie continental, lo que provocó radicales cambios en los ecosistemas donde se estaba desarrollando la evolución humana en los últimos 2 millones de años.

3) ¿Qué especies animales y vegetales se usan para reconstruir los ambientes del pasado?

Pon algún ejemplo.

Solo aquellas especies, animales y vegetales, de las que se sabe con certeza que están ligadas a determinadas condiciones ambientales, pueden usarse en las reconstrucciones paleoambientales. Los renos y mamuts lanudos son indicadores de frío, mientras que los hipopótamos y puercoespines lo son de ambientes cálidos.

4) ¿Cuál de los dos isótopos del oxígeno es más abundante en los caparazones de los foraminíferos marinos durante una época fría?

Los caparazones formados en épocas frías son más pobres en la forma liviana Oxígeno-16 (ya que quedan atrapados en los hielos polares y no retornan al mar), que aquellos formados en períodos calidos y por tanto la proporción isotópica en caparazones de foraminíferos se inclina en favor de la forma más pesada (Oxígeno-18) en tiempos más fríos.

5) ¿En qué momento/s se intensificaron las condiciones más frías y secas en África?

a) Hace 2'8, 1'7 y 1 millón de años

6) Un estadio se define como:

b) un pico de máximo frío dentro de una fase fría o glaciación

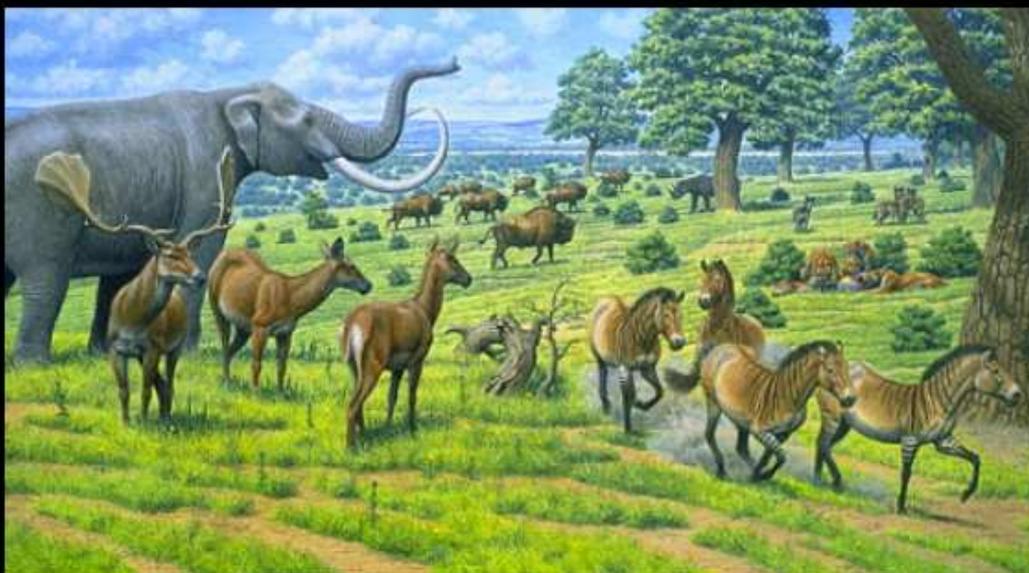
7) ¿Qué montañas de la Península Ibérica estuvieron cubiertas por hielo permanente en el Pleistoceno?

a) Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sierra de la Demanda, Cordillera Central, Sierra Nevada. Sierra de la Estella

8) Los sedimentos terrestres típicos del Cuaternario son:

d) a, b y c

Unidad 2, Flora y fauna cuaternaria



Fauna pleistocena de la Sierra de Atapuerca

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 La bioestratigrafía**
- 3.2 Qué nos cuentan las microfaunas**
- 3.3 Las biozonaciones de los micromamíferos**
- 3.4 El Pleistoceno y sus megafaunas**
- 3.5 El Pleistoceno medio: las faunas del Cromer**
- 3.6 Las faunas frías del Pleistoceno superior (última glaciación)**
- 3.7 La vegetación europea durante el Cuaternario**
- 3.8 La vegetación en épocas frías**
- 3.9 La vegetación de la Sierra de Atapuerca**

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

Se recomienda la consulta de las unidades didácticas: "Clima y Evolución humana: las glaciaciones cuaternarias" y "Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca". No son necesarios otros conocimientos previos.

1.2 Objetivos didácticos

Desde una amplia perspectiva, el **Cuaternario** (período que comprende aproximadamente los dos últimos millones de años) supone una revolución de la fauna. Los paleontólogos han detectado ciertos "momentos clave" en la historia de la fauna continental comparándola con la de un gran edificio que se derrumbara y en el que se edificaran nuevas estructuras sobre las ruinas del viejo.

Ese fue el caso de la edad de hielo del Permo-Carbonífero y el de los reptiles en el Cretácico que se extinguieron y el relevo fue tomado por los mamíferos. En el **Pleistoceno** europeo tenemos otra revolución justo a nuestras puertas geológicas con extinciones de megafauna y con nuevas **especies** adaptadas a las peculiares condiciones de este periodo.

A lo largo de las oscilaciones climáticas del **Cuaternario**, cuando acontecía una **glaciación**, todo el paisaje experimentaba un drástico cambio que afectaba no solo a la vegetación sino a los animales que allí habitaban. Ya se han explicado las glaciaciones en la unidad didáctica anterior referente al clima durante el **Cuaternario**, así como las teorías que se barajan sobre su periodicidad. Por tanto en esta unidad didáctica no se pretende profundizar en esos conceptos sino asimilarlos para comprender las causas de los cambios en la fauna y flora en la "edad del hielo", el Pleistoceno (periodo que incluye el **Cuaternario** excluyendo los últimos 10.000 años que son el **Holoceno**). El escenario europeo en una fase de glaciación sería el de grandes mantos de hielo ocupando grandes extensiones de terrenos hacia el norte. El nivel del agua del mar habría descendido drásticamente resultado de la acumulación del agua en los casquetes en forma de hielo, en lugar de retornar al mar por vía fluvial o directamente en forma de lluvia (ciclo normal del agua tras la evaporación marina). Como resultado de este descenso, islas actuales como Inglaterra o Irlanda podrían ser alcanzadas por cualquier animal (y ser humano) tan solo cruzando a pie el Canal de la Mancha.

Los objetivos específicos son los que siguen:

- Conocer los cambios que el paisaje (vegetación y animales) experimentaba fruto de las oscilaciones climáticas del **Cuaternario**.
- Comprender las causas de las adaptaciones o de los cambios en la composición en la fauna y flora en la "edad del hielo" europea.
- Conocer cuáles han sido las asociaciones y transiciones de fauna del **Villafranchense**, del **Cromeriense** o **Galeriense** y del final del **Pleistoceno**.

- Localizar, a través de determinadas **especies** animales "marcadoras" el periodo cronológico en el que nos encontramos.
- Conocer cómo los cambios geográficos fruto de los momentos de máximo glaciación han afectado a las migraciones de animales y **homínidos**.

1.3 Lecturas recomendadas

Juan Luis Arsuaga (1999). *El collar del neandertal. En busca de los primeros pensadores* Editorial Temas de Hoy. Madrid.

Blanco, E., Casado, M.A., Costa, M., Escribano, R., García, M., Génova, M., Gómez, A., Gómez, F., Moreno, J.C., Morla, C., Regato, P. & Ollero, H. (1997). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica* 572.pp. Planeta: Barcelona.

Polunin, O. & Walters, M. (1991). *Guía de la vegetación de Europa*. Ed. Omega, Barcelona.

2. Resumen del tema

Frecuentemente, la industria lítica y restos humanos fósiles se encuentran asociados a restos de animales y plantas, que pueden ser útiles para informarnos de cómo subsistieron nuestros antepasados paleolíticos, así como para reconstruir el entorno en que se movían. Los fósiles de mamíferos también pueden ayudar a la datación y correlación de depósitos, así como para establecer una biozonación, ya que la mayoría de los mamíferos tienen un gran área de distribución y algunas **especies** muestran una rápida evolución y/o cambio migratorio durante el **Cuaternario**. La subdivisión bioestratigráfica de los micromamíferos del **Cuaternario** está basada en la sucesión de los Arvicolidae (topillos y ratas de agua) y consta de tres **biozonas** bien definidas en el **Pleistoceno**: Villaniense, Bihariense y Toringiense. La macrofauna se divide en dos grupos: **Villafranchiense** y **Galeriense**.

El clima co-determina la fauna y flora de una región, de modo que determinadas especies vegetales y animales solo viven, en la actualidad, en zonas con específicas condiciones ambientales. Por ejemplo, los abedules y hayas viven en climas frescos, mientras que los olivos y adelfas en templados. De la misma manera, los renos, lemmings (del tipo *Dicrostonyx guillemi* y *Lemmus lemmus*) y mamuts lanudos son indicadores de ambiente frío. Los caballos, la ardilla de tierra (*Spermophilus undulatus*), el antílope saiga o los hamsters prefieren ambientes esteparios, mientras que los hipopótamos, macacos y puercoespines indican ambientes cálidos. Dicho de otra manera, el estudio de las condiciones ambientales del pasado se aborda mediante el *principio de actualismo*: observar la distribución actual de las **especies** para inferir las condiciones ambientales de vida de estas especies o especies similares. No obstante, es preciso ser muy cuidadoso, porque hay especies que hoy día están confinadas en lugares muy concretos del planeta, pero en el pasado tuvieron áreas de distribución más amplias (los leones, las hienas o los bueyes almizcleros por ejemplo).

También los movimientos migratorios del pasado nos informan de las oscilaciones climáticas. En el caso del reno (*Rangifer tarandus*) y del buey almizclero (*Ovibos moschatus*) que actualmente habitan Alaska, Groenlandia y Canadá, emigraron durante el último frío hacia el sur hasta alcanzar Guadalajara, en el caso del reno, y Lleida en el del buey almizclero.

Las asociaciones de "faunas frías" marcan los periodos de glaciaciones de una manera muy fiable dado que sus adaptaciones al frío extremo son detectables por el paleontólogo, como se verá más adelante. Sin embargo no es tan sencillo con las faunas cálidas ya que el término *interglaciar*, de acuerdo con la definición original de Jessen y Milners (1928), sólo puede ser aplicado si podemos reconocer, en el norte de Europa, una fase con una clara expansión de árboles termófilos. Sólo aquellos mamíferos asociados a esa expansión serían indicativos de condiciones interglaciares. Algunas **especies** que en la actualidad están restringidas a bosques deciduos y con mezcla de robles (como el lirón, *Glis glis*), podrían tener en el pasado un rango ecológico más amplio.

Esta capacidad para adaptarse a otros ambientes se atribuye a varias especies, como al erizo (*Erinaceus europaeus*), ratón leonado (*Apodemus flavicollis*), gato montés (*Felis silvestris*), jabalí (*Sus scrofa*) y bisonte europeo (*Bison bonasus*), entre otros. No puede excluirse que estas especies existieran también en el norte de Europa durante fases templadas (denominadas *interestadios*) sin una clara expansión de árboles termófilos. Así el número de especies de mamíferos indicativas de condiciones interglaciares en el sentido original de la definición de Jessen y Milters es muy bajo. Solo *Hippopotamus* y *Bubalus* (búfalo acuático) requieren condiciones ambientales muy específicas, restringiendo sus áreas de distribución a zonas con agua y sin largos periodos fríos.

Sólo aquellas especies, animales y vegetales, de las que se sabe con certeza que están ligadas a determinadas condiciones ambientales, pueden ser utilizadas como marcadoras de periodos fríos o cálidos y para reconstruir ambientes del pasado.

3. Desarrollo del Tema

3.1 La bioestratigráfica

La aparición o extinción de las distintas **especies** de animales y plantas, así como determinadas adaptaciones de cada una, pueden relacionarse y asignarse a momentos determinados, esto es lo que estudia la **bioestratigrafía** y biocronología.

Además del papel ecológico, la fauna tiene un gran valor bioestratigráfico, dado que las condiciones cambiantes del medio provocan forzosas modificaciones por alteración climática o en los hábitos alimenticios de estos animales. Como consecuencia experimentan adaptaciones, fruto de la evolución, es decir variaciones morfológicas detectables por el Paleontólogo. A veces los animales resuelven este problema mediante la migración hacia otras áreas con más recursos donde las condiciones sean más favorables (y por tanto limitan su área geográfica de habitación en períodos concretos, que también es un factor detectable por el estudioso). Cuando los animales no son capaces de evolucionar adaptándose a las nuevas condiciones ni lo son de migrar a otras zonas, puede darse un proceso de extinción de esa especie. También la extinción proporciona datos cronológicos ya que si conocemos el rango temporal de vida de una especie hasta su extinción, su presencia o ausencia nos ayuda a acotar en el tiempo y situar cronológicamente ese yacimiento.

3.2 Qué nos cuentan las microfaunas

Los micromamíferos son sin duda los animales que más información bioestratigráfica aportan, por varias razones.

Tanto su gran capacidad reproductora como su enorme adaptabilidad ecológica les convierte en el grupo de mamíferos mejor representados en cualquier ambiente, lo que supone desde el punto de vista paleontológico, una interesante fuente de información dada su abundancia en los yacimientos tanto cársticos como sedimentarios. Además de ser abundantes en la naturaleza, suelen serlo también en los yacimientos dado que los roedores quedan depositados en lugares fijos (como al pie de un nido incluidos en las egagrópilas de las rapaces o en las "letrinas") que algunos carnívoros usan para marcar su territorio). Las acumulaciones de micromamíferos proporcionan datos taxonómicos y tafonómicos.

Los roedores son animales muy prolíficos y grandes viajeros, por tanto con un enorme potencial evolutivo. Son considerados unos pequeños relojes del tiempo, especialmente en el **Cuaternario**, ya que este periodo es muy inestable climáticamente y esto les obliga a mudarse constantemente de hogar y de morfología. Los micromamíferos aportan datos paleoambientales correlacionando las diferentes modificaciones, principalmente dentarias aunque también esqueléticas, con los hábitos alimenticios y de vida. Se han definido **climatozonas**, relacionando las diferentes asociaciones faunísticas de micromamíferos con las variaciones climáticas.

Con la *bioestratigrafía* se divide el tiempo geológico en base a las faunas contenidas en un estrato. La bioestratigrafía estudia objetos reales que contienen "roca" y sus "componentes faunísticos". La *bioestratigrafía* (de los micromamíferos), es una de las principales aportaciones debido a su cosmopolitismo, es decir tienen grandes áreas de distribución unido a una alta tasa evolutiva dando lugar a especiaciones en poco tiempo. Todo esto permite hacer correlaciones abarcando grandes áreas con bastante precisión.

3.3 Las biozonaciones de los micromamíferos

La subdivisión bioestratigráfica de micromamíferos del *Cuaternario* está basada en la sucesión evolutiva de unos roedores, concretamente Arvicólidos y consta de tres biozonaciones propuestas por Fejfar y Heinrich (1981) para el *Pleistoceno*: *Villányian*, *Biharian* y *Toringian* (la traducción al español sería Villaniense, Bihariense y Toringiense). Estas *biozonas* están admitidas por todos los micropaleontólogos para establecer subdivisiones bioestratigráficas de arvicólidos en el *Cuaternario*. Ver figura 4.2.1. La biozona *Villányian* se reconoce por la clara dominancia del *género* *Mimomys*.

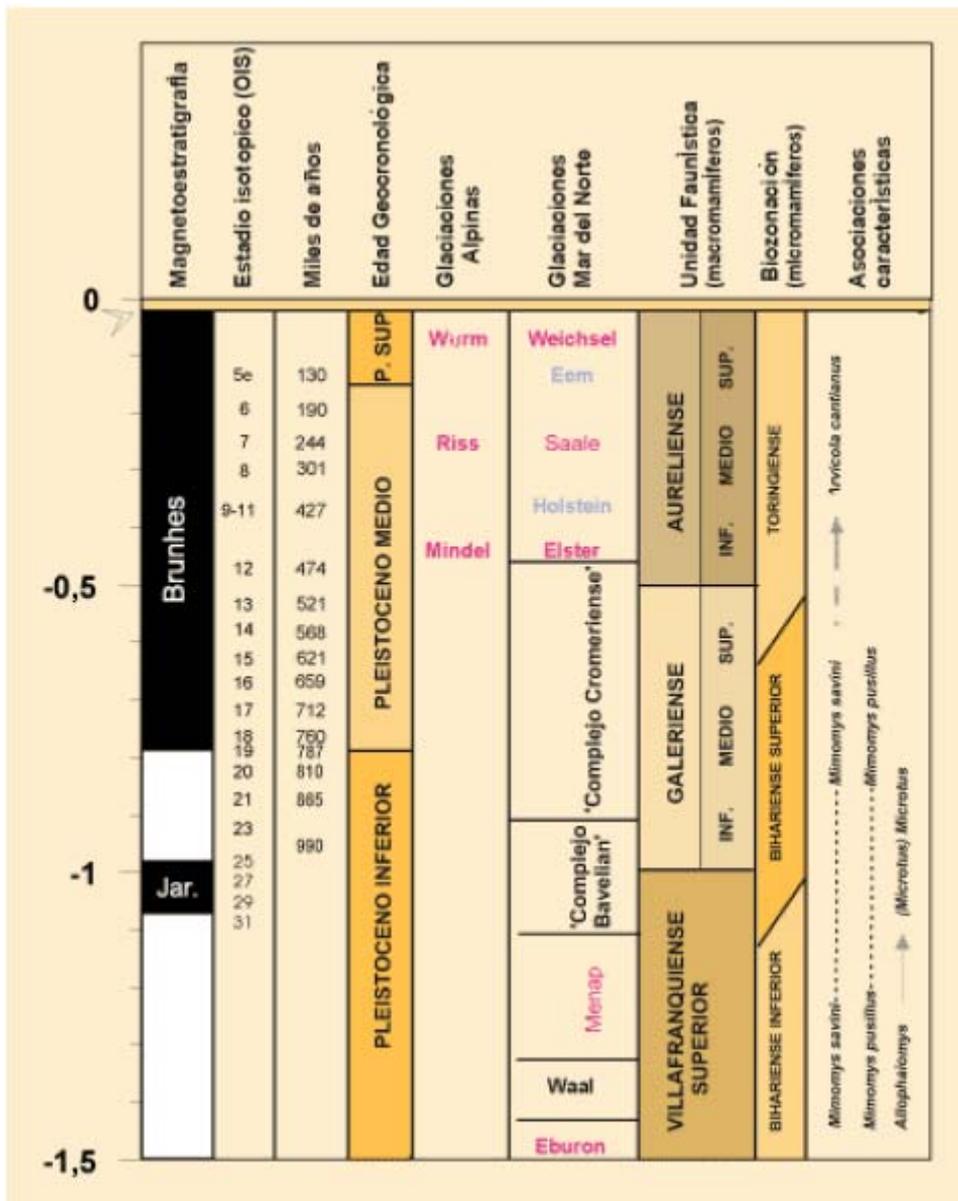
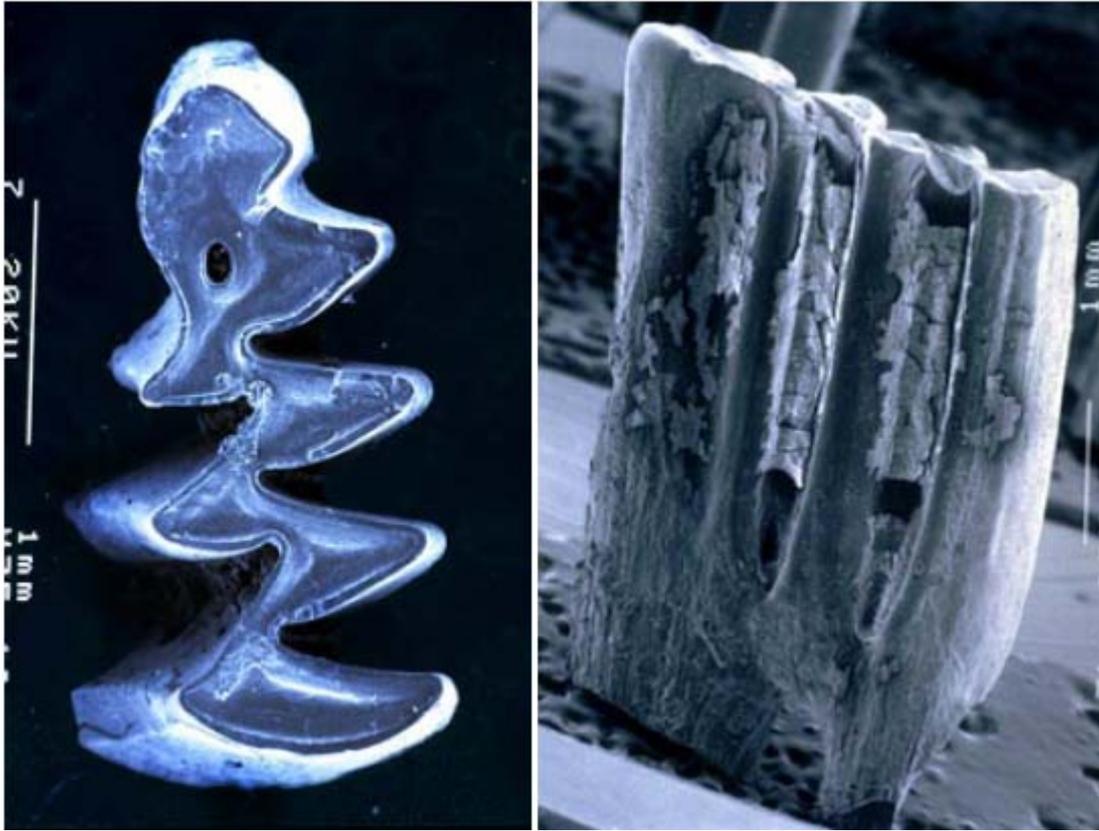


Figura 4.2.1 Tabla con la escala del tiempo de casi todo el Pleistoceno

La biozona *Biharian* marca la aparición de *Microtus* y su co-existencia con *Mimomys*. A su vez se distinguen dos periodos: inicio del Biharian, con *Microtus* primitivos del tipo de los *Allophaiomys* (su antepasado) y final del Biharian, con *Microtus* evolucionados, es decir típicos *Microtus*. La transición entre Biharian inicial y Biharian tardío, osea entre *Allophaiomys-Microtus*, se aproxima al subcron *Jaramillo* (hace alrededor de 1 Ma). El género *Mimomys* está representado en la mayoría de los yacimientos del final del Biharian por una única especie de gran tamaño, *Mimomys savini* (taxón protagonista en la Gran Dolina de Atapuerca). En las siguientes figuras se muestran fotografías tomadas con microscopio electrónico de un primer molar inferior de este roedor y se aprecian los rasgos distintivos de la especie. Hay una segunda especie de pequeña talla y más rara, *Mimomys pusillus*, que parece un buen marcador bioestratigráfico.



Figuras 4.2.2 y 4.2.3 Fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido de un M1 de *Mimomys savini* del yacimiento de Dolina (Atapuerca). En la fotografía de la izquierda (figura 4.2.2) se observa uno de los rasgos diagnósticos de la especie: el islote de esmalte. En la imagen de la derecha (figura 4.2.3) se observa otro de los rasgos diagnósticos de la especie: las raíces largas.

Así dentro de la segunda parte del Biharian, distinguimos un primer grupo con faunas más primitivas caracterizado por la presencia de *Mimomys pusillus*, y un segundo grupo con faunas más modernas y caracterizado por la ausencia de *Mimomys pusillus* en sus asociaciones. Estos pequeños *Mimomys pusillus*, desaparecen después del límite [Matuyama-Bruhnes](#) (o sea hace 780.000 años). Además los *Mimomys savini* del final del Biharian, están ya muy evolucionados, y son muy diferentes de las formas de la primera parte del Biharian. La transición Biharian-Toringian precisamente marca también la transición *Mimomys savini-Arvicola* terrestre, por tanto si estamos ante una forma transicional de este roedor, es posible asignar una edad cronológica aproximada.

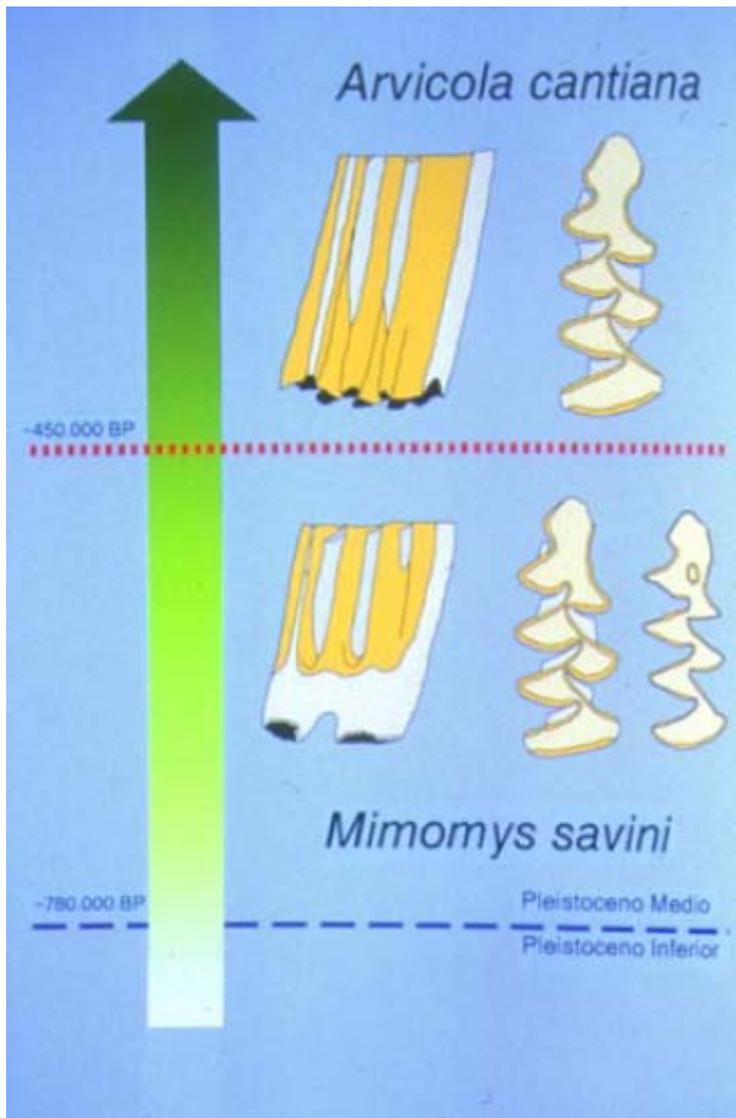


Figura 4.2.4

La transición Biharian-Toringian marca el cambio evolutivo *Mimomys savini*-*Arvicola terrestris*. Esto hace posible asignar una edad cronológica aproximada al yacimiento en el que se encuentran. Foto esquema transición *Mimomys*-*Arvicola*

El periodo Biharian es fundamental en los estudios de evolución humana ya que la mayoría de los yacimientos europeos con fósiles humanos están incluidos en este periodo, así que los Arvicólidos juegan un papel fundamental en las discusiones biocronológicas. De hecho en muchos yacimientos, es precisamente el argumento basado en qué [especies](#) de roedores hay y su grado evolutivo, el único existente para asignarle una u otra cronología por parte de los investigadores.

La biozona Toringiense se caracteriza por la asociación del [género](#) *Arvicola*, que es el arvicólido hacia el que evoluciona *Mimomys* (presente en las [biozonas](#) anteriores), junto al género *Microtus*, perteneciente a la subfamilia Cricetinae (la de los hamsters).

3.4 El Pleistoceno y sus megafaunas

El **Pleistoceno** (que junto con el **Holoceno** conforman el **Cuaternario**) es un periodo geocronológico dividido en Pleistoceno inferior (entre hace 1,8 y 0,78 millones de años), Pleistoceno medio (entre hace 780.000 y 127.000 años) y Pleistoceno superior (entre hace 127.000 y 10.000 años). Los últimos 10.000 años corresponden al **Holoceno**. A su vez el criterio magnetoestratigráfico divide el Pleistoceno en los crones **Matuyama** (en general de polaridad magnética negativa o inversa) y **Bruhnes** (de polaridad magnética positiva o normal, y dentro del cual nos encontramos). Dentro de estos crones existen dos subcronos que marcan periodos de reversión cortos, Olduvai (entre hace 1,95-1,77 millones de años) y **Jaramillo** (entre hace 1,070 y 0,990 millones de años). A menudo los cambios faunísticos continentales coinciden con periodos geológicos o términos cronoestratigráficos, así que a menudo los estudiosos de la fauna se ven obligados a definir momentos que han supuesto un cambio en las asociaciones de **especies**. El término **Villafranchiense** es uno de ellos y deriva de la localidad de Villafranca d'Asti (norte de Italia). Es un término difícil de definir y mientras que para algunos autores marca el final del Terciario, para otros corresponde al comienzo del **Cuaternario** o el final del Plioceno y principio del Pleistoceno. No es un término cronoestratigráfico, pero su uso está muy extendido para definir el periodo que comprende entre 3'2 y 1 Millones de años aproximadamente. Según esto, el Villafranchiense constituye una entidad homogénea debido a las asociaciones de fauna que comprende: se encuentran los *primeros elefantes* (*Elephas/Mammuthus*) en compañía de los *últimos mastodontes* (*Anancus*), los *primeros Equus* (caballos de un solo dedo) junto a los *últimos Hipparion* (caballos de tres dedos) y también aquí aparecen los *primeros bóvidos*.

De esta manera, en el Congreso Geológico Internacional celebrado en Londres en 1948 se decide que el **Villafranchiense** queda definido por su asociación de fauna. Se correlaciona con el **Pleistoceno** inferior y el principio del **Cuaternario**, periodos que sí tienen valor cronoestratigráfico. Ahora sus límites son mejor conocidos.

El Villafranchiense inferior se sitúa hace 3 millones de años y supone un revolucionario cambio faunístico. Entre hace 2,5 y 1 millón de años, la asociación de **especies** animales se va asentando.

El cambio entre Villafranchiense medio y superior coincide con la última parte del subcrón Olduvai, al final del Plioceno (hace 1,95-1,77 millón de años) o justo después (ya en el Pleistoceno inferior).

El Villafranchiense superior comprende entre hace 1,8 y 1 millón de años. El periodo faunístico que le sigue se llama Cromeriense (que tampoco tiene valor cronoestratigráfico, sino que es más bien una asociación de faunas similares) y es en parte equivalente al Pleistoceno medio (que dá comienzo hace 780.000 años, a partir de la inversión paleomagnética **Matuyama-Bruhnes**).

La transición **Villafranquiense-Galeriense** (entre 1 y 0,9 millón de años) coincide con el subchron Jaramillo e implica renovación de la fauna, novedosas adaptaciones y extinciones masivas de las **especies** típicas del final del Villafranquiense: *Eucladoceros*, *Dama nesti*, *Leptobos etruscus*, *Sus strozzi*, *Dicerorhinus etruscus*, *Mammuthus (Archidiskodon) meridionalis*, *Megantereon cultridens* (figura 4.2.5), *Ursus etruscus*, *Canis etruscus*, *Plihyaena perreri*, *Macaca sylvanus*. Muchas de las especies del Villafranquiense superior llevan la nominación específica "etruscus" porque fueron creadas a partir del descubrimiento de un yacimiento en la provincia de la Toscana (Italia) llamado Valdarno (Val d'Arno = valle del río Arno) y centro de asentamientos etruscos. Estudios paleomagnéticos lo sitúan alrededor de hace 1,7 millón de años. Aquí quedaban los animales atrapados (en un gran charco de lodos), y esto hacía acudir a los depredadores que a su vez se quedaban también allí atrapados. Gracias a esta trampa natural este yacimiento es de los más ricos en fósiles de grandes mamíferos y ha ayudado a la comprensión de las faunas que entonces vivieron ya que en muchos casos son esqueletos muy completos los que fosilizan. La mayoría de las especies presentes en Valdarno son "típicas faunas **Villafranquienses**", o sea las comprendidas entre hace 2,5 y 1 millón de años.



Figura 4.2.5 Uno de los félidos dientes de sable más típico durante el **Villafranquiense** es *Megantheron cultridens*. Este carnívoro (algo menor que el león actual) no sobrevive después del millón de años.

Hace 1 millón de años aún no existen claros yacimientos en Europa ni con fósiles humanos ni con industria lítica. Existen dos yacimientos de esa edad, Le Vallonnet y Solhilac (ambos en Francia) y donde sus correspondientes investigadores defienden la existencia de unas primitivas herramientas de piedra que confirmarían presencia humana tan antigua. Sin embargo, la opinión científica se encuentra demasiado dividida para aceptarlo como clara evidencia.

A las puertas de Europa, al sur del Caúcaso, en Dmanisi (Georgia) han aparecido dos cráneos y una mandíbula humanos asociados a fauna anterior a la transición [Villafranchiense-Galeriense](#) (o sea final del [Pleistoceno](#) inferior) que no aparece en yacimientos posteriores al millón de años (*Urdus etruscus*, *Canis etruscus*, *Megantereon cultridens*, *Dicerorhinus etruscus*, *Hyaena perreri*). A este yacimiento se le atribuye una edad de unos 1,4-1,5 millones de años de antigüedad.

La escasez de fósiles de hace alrededor de 1 millón de años no solo afecta a la evidencia humana sino que también alcanza a la fauna. En realidad, es la etapa más oscura de la evolución debido al pobre registro que existe. Por esa razón cuando en 1994 aparecieron los fósiles humanos de la Gran Dolina en un nivel anterior a los 780.000 años, no solo los paleoantropólogos se alegraron. El resto de los paleontólogos también centró su atención en Atapuerca.

Hay dos yacimientos en Europa con abundantes restos fósiles rondando el millón de años que disponen de datos radiométricos (concretamente paleomagnetismo) que les sitúa en el subcron Jaramillo (hace unos 900.000 años) que son Le Vallonnet, en el sur de Francia y Untermassfeld, en la región de Turingia de Alemania. Antes se ha mencionado que la industria lítica de Le Vallonnet es muy dudosa, pero no lo son sus restos faunísticos.

Untermassfeld es un yacimiento de origen fluvial, sin evidencia humana alguna, pero con docenas de esqueletos de animales que murieron arrastrados por una crecida del río y después se acumularon reuniéndose en la misma zona de remanso. En Untermassfeld no hay evidencia humana y quizás tampoco en Le Vallonnet, pero ambos nos permiten conocer qué asociaciones de fauna había en esa época y ayudar a situar las faunas de los yacimientos que si poseen restos humanos (como Atapuerca) pero menor información cronoestratigráfica. Ambos yacimientos tienen muchos taxones en común, es decir los típicos animales que habitaban Europa hace 1 millón de años: Jaguar europeo (*Panthera gombaszoegensis*), lobo pequeño (*Canis mosbachensis*), tigre dientes de sable (*Homotherium latidens*), hiena gigante (*Pachycrocuta brevirostris*), rinoceronte (*Stephanorhinus etruscus*), elefante (*Archidiskodon meridionalis*), guepardo (*Acinonyx pardinensis*), gamo (*Dama nestii vallonnetensi*), caballo (*Equus stenonis*), ciervo gigante (*Eucladoceros*) y bisonte europeo (*Bison voigtedtensis/schoetensacki*).

Existen otras **especies** que son características de cada yacimiento que también proporcionan datos cronoestratigráficos y ambientales. Por ejemplo en Untermassfeld también hay licaón (*Xenocyon lycanoides*), hipopótamo (*Hippopotamus amphibius antiquus*), alce (*Alces*), félido dientes de sable (*Megantereon cultridens*) y macaco (*Macaca sylvanus*). La presencia de hipopótamo y macaco evidencian un clima cálido en ese momento.

3.5 El Pleistoceno medio: las faunas del Cromer

Como ya se ha dicho antes, existen unas faunas típicas anteriores al millón de años, las de Valdarno y otros yacimientos contemporáneos. Alrededor de hace 1 millón de años, y quizás debido a un cambio climático, se producen innovaciones en la fauna europea con extinciones e inmigraciones desde África y Asia. De cualquier manera cada vez está más deshechada la idea de un cambio faunístico en el Villafranquiense superior. Esta hipótesis, propuesta por Azzaroli en 1983 que tuvo mucho éxito en la década de los 70 y 80, defiende que hubo una brusca y radical sustitución de toda la asociación de especies que dominaron en el Villafranquiense medio y superior por las especies que pasarían a dominar en el Galerense (término de la nomenclatura italiana que corresponde al Pleistoceno medio para el resto de Europa). Efectivamente la sustitución se produjo, pero de manera más gradual.

A partir del inicio del Pleistoceno medio, aunque algunas faunas del Villafranquiense superior aún persisten, existe una asociación de especies que caracterizan este período, que de manera general se denomina "fauna Cromeriense". El Complejo Cromer (Cromerian complex s.l.) es un periodo denominado "interglaciar" (pero en realidad consta de unas fases cálidas y unas frías aunque no extremas) reconocido a partir de la geología de la cuenca del Mar del Norte. El final del Cromeriense es el interglaciar IV que además también marca la transición de muchas faunas hacia especies similares a las actuales (por ejemplo la transición *Mimomys-Arvicola* se produce entre los Interglaciares III y IV del complejo Cromeriense).

El yacimiento de Trinchera Dolina (TD) es un espléndido ejemplo para presentar a las faunas Cromerienses. Este periodo está representado en la gran secuencia temporal de TD y se dispone de diversos datos radiométricos (paleomagnetismo) y otros métodos de datación que han ayudado a afinar la posición en el tiempo de las diferentes especies (incluyendo los homínidos). La inversión paleomagnética Matuyama-Bruhnes fué detectada en el nivel 7 (TD7), por tanto los restos de *Homo antecessor* (procedentes de TD6) y su fauna acompañante tienen una antigüedad mínima de 780.000 años. Son los fósiles humanos más antiguos de Europa. Aplicando métodos de datación directa se obtuvieron fechas entre 780-886.000 años. Por tanto los niveles inferiores a TD6 (TD4 y TD5) pueden fecharse entre 800 y 900.000 años. Tampoco parecen ser más antiguos dado que no se ha detectado el subcron Jaramillo (que recordemos por Untermassfeld y Le Vallonnet se sitúa entre 0,9 y 1,1 millones de años). Es en TD4 donde situamos el comienzo del Cromer (Cromer I). Las faunas de esos niveles son continuas, desde TD4 hasta el nivel TD8, ya en el cron Bruhnes datado (con los mismos métodos) en unos 500.000 años, que marca el final del período Cromeriense.

Las especies "Cromerienses" de Dolina son: tigre dientes de sable (*Homotherium latidens*), jaguar europeo (*Panthera gombaszoegensis*), lobo pequeño (*Canis mosbachensis*), zorro (*Culpes praeglacialis*), armiño (*Mustela palerminea*), hiena manchada (*Crocuta crocuta*), ciervo gigante (*Eucladoceros giulii*), rinoceronte (*Stephanorhinus etruscus*), gamo (*Dama nestii vallonnetensi*), caballo (*Equus stenonis*), bisonte europeo (*Bison voigtedtensis*) jabalí (*Sus scrofa*). Un **taxón** típico del **Cromer** es el oso *Ursus deningeri*, **especie** endémica europea cuya especiación comienza hace un millón de años y evolucionar, ya en el **Pleistoceno** superior, hacia el oso de las cavernas.



Figura 4.2.6 La línea evolutiva de los osos de las cavernas comienza con el Cromeriense,, con el oso de Deninger (*Ursus deningeri*). Éste evoluciona (ya en el **Pleistoceno** superior, hace unos 130.000 años) hacia un oso muy famoso en la literatura: el oso de las cavernas. Éste finalmente se extingue hace solo unos miles de años.

Algunas de estas [especies](#) como el jaguar, el tigre dientes de sable o el rinoceronte etrusco, son supervivientes del [Villafranchiense](#) que aún persisten al comienzo del Cromeriense. Otras como el jabalí, el bisonte, el ciervo y la hiena manchada son sustituciones de primitivas formas predecesoras que suponen una novedad y están presentes durante el Cromeriense.



Figura 4.2.7 Grupo de bisontes europeos (*Bison bonasus*) pastando en un claro de un bosque de coníferas.

Posteriormente a TD6 (pero dentro del [Cromer](#)), se produce la entrada del león desde África.

Ni la fauna ni el polen de TD6 (con taxones termomediterraneos como acebuche (olivo silvestre), lentisco, encina, algarrobo, labiérnago y almez indican un clima frío, así que parece correlacionable con los periodos cálidos [O.I.S. 19 o 21](#).

Antes de los hallazgos de hiena manchada en TD4-TD6, se creía que esta [especie](#) había inmigrado a Europa hace unos 700.000 años (al principio del [Pleistoceno](#) medio). En Selva Vecchia (Italia) hay restos de los que se consideraba "la primera *Crocota crocuta*", que indudablemente pertenecen a esta especie, aunque la cronología de este yacimiento es muy dudosa y podría situarse alrededor de los 500.000 años. Betfia V es un yacimiento Rumano situado justo por debajo del subcrón [Jaramillo](#) (hace alrededor de 1 millón de años) que incluye una posible *Crocota* sp. en su lista faunística, pero esta cita está basada exclusivamente en un fragmento de falange. La escasez y ambigüedad de la muestra hacen que pueda pertenecer a cualquier especie de hiénido. Los restos de *Crocota crocuta* de TD4-6 son ahora considerados la más antigua clara evidencia en Europa de esta especie.

Una posible ruta de entrada de las primeras hienas manchadas a Europa (desde África o Asia) es a través de la Península Arábiga, donde las hienas ya habitaban en el yacimiento de Ubeidiya (hace 1,5 millones de años) junto a los **homínidos**; después a través de Anatolia y finalmente cruzando el Mar Negro por los estrechos del Bósforo y Dardanelos (que en los periodos fríos, eran transitables debido a la disminución del nivel del mar). Otra posibilidad es por el Caúcaso y aunque en los periodos fríos funcionaría como una barrera natural, existe un yacimiento del **Pleistoceno** inferior llamado Akhalkalaki (Georgia; a unos 50km de Dmanisi) donde hay una hiena muy similar a la hiena manchada denominada, *Crocota* cf. *sinensis* (el término cf., es una abreviatura de *confer* y significa "parecido a", se aplica cuando la muestra es escasa o el estudio aún no se ha completado). De cualquier manera, queda reservado el cambio de **especie** en un futuro, pero el **género** seguirá siendo *Crocota*). Esto apoya la hipótesis de una ruta migratoria desde el Este de Europa hace aproximadamente 1 millón de años, de las primeras *Crocotas* (quizá una especie antepasada de la hiena manchada algo diferente). Esta misma ruta podría haber sido la que utilizaron los primeros **homínidos** (*Homo antecessor*) que llegaron a Europa por esas mismas fechas.



Figura 4.2.8 Propuesta de ruta migratoria hacia Europa de la hiena manchada (*Crocota crocuta*) hace alrededor de 1 millón de años. Es probable que *Homo antecessor* utilizara la misma ruta en ese mismo periodo.

En los niveles más antiguos de TD (TD4-8) no han aparecido leones, pero sí tigre dientes de sable (un superviviente de las faunas [Villafranquienses](#) que alcanza el final del [Cromer](#)) y jaguar, de menor talla. La entrada del león en Europa se situaba hace 1 millón de años. No obstante, una reciente revisión sitúa la presencia más antigua del león en un yacimiento italiano (Isernia) datado en unos 600.000 años. Los últimos dientes de sable y los primeros leones tienen una corta coexistencia en algunos yacimientos de final del [Cromer](#) (Mauer, Westbury, Mosbach or Vértesszölös) y quizá su similar talla podría explicar una situación de competencia resuelta en favor del león y extinguiendo a *Homotherium*. En la Sierra de Atapuerca, solo se ha encontrado *Panthera leo* en TD10-TD11, y en otros yacimientos de similar cronología: Sima de los Huesos y Trinchera Galería situados entre los OIS 9 y 11.

La evidencia de Atapuerca sugiere que el león no llega a Europa antes de los interglaciales Cromerienses III-IV cuando *Homotherium* aún era el gran predador del ecosistema.

En los niveles más antiguos, de TD4 a TD8, sobreviven en la Sierra: el jaguar (antepasado del actual sudamericano), la "forma primitiva" [Villafranquiense](#) de rinoceronte (*S. etruscus*), bisontes (*Bison voigtstedtensis*) y los caballos "estenonianos" (*Equus altidens*). El antepasado del buey almizclero se encuentra en el nivel TD8, aunque esta [especie](#) no muestra las mismas adaptaciones a condiciones de frío extremo como la actual. Los primeros inmigrantes de hace alrededor de 1 millón de años son el ciervo, el jabalí, unos pequeños lobos y la hiena manchada.

La fauna de TD4-TD8 sugiere un cambio gradual, escalonado en Europa, frente al "gran evento del Villafranquiense superior".

A partir del nivel TD9, hacia los niveles más modernos superiores (TD10-TD11) se detecta un cambio radical en todas las especies (de macro- y micromamíferos). Hay una absoluta ausencia de las especies que habían sobrevivido al Villafranquiense y no existe una típica asociación Cromeriense sino post-Cromeriense: lobo ibérico (*Canis lupus*), zorro común (*Vulpes vulpes*), león (*Panthera leo*), lince ibérico (*Lynx pardinus spelaeus*), gato montés (*Felis silvestris*), tejón (*Meles meles*), gamo (*Dama dama*), rinoceronte (*Stephanorhinus hundsheimensis*), caballo (*Equus caballus*), ciervo de astas gigantes (*Megaloceros giganteus*), ciervo (*Cervus elaphus*), corzo (*Capreolus*). En la Sima de los Huesos, yacimiento próximo a Dolina, la [especie](#) de oso *Ursus deningeri* es el taxón más abundante. Aquí aparece junto a [homínidos](#) antepasados de los neandertales.



Figura 4.2.9 El oso *Ursus deningeri* es la **especie** más abundante que acompaña a los humanos de la Sima de los Huesos y es la especie típica durante el Cromeriense y hasta el **Pleistoceno** superior.

Esta asociación de fauna es habitual a partir del Elster, aunque en este yacimiento no están todas las especies que son frecuentes en esta época, como el leopardo, la hiena manchada, el muflón, el mamut, el bisonte, el oso de las cavernas o el perro jaro, entre otros. De estas especies, algunas como el rinoceronte, el mamut, el oso de las cavernas, el perro jaro, el leopardo, la hiena o el león se extinguieron algún tiempo después de la última **glaciación** y otros han sobrevivido hasta nuestros días.



Figura 4.2.10 La especie que conocemos como lobo (*Canis lupus*) (similar a la forma actual) no aparece hasta el final del Pleistoceno medio (final del Cromeriense). Es una de las especies que sobrevive a las glaciaciones y llega a nuestros días.

3.6 Las faunas frías del Pleistoceno superior (última glaciación)

Las adaptaciones de los animales que habitan en ambientes muy fríos son anatómicas y fisiológicas. Por desgracia los rasgos fisiológicos (como la hibernación o la termorregulación) no fosilizan, pero sí lo hacen los caracteres anatómicos.

La relación superficie/volumen es crucial para los seres vivos en el caso de la economía térmica. Una relación superficie/volumen alta favorece la pérdida de calor, mientras que si esta relación es baja, la retención de calor se ve favorecida. Así, animales similares que viven en distintas latitudes presentan variaciones en su tamaño o en su forma para favorecer la pérdida o la retención del calor corporal, según las conocidas reglas de Bergman y de Allen.

Una vez recordado el concepto de adaptación, pasamos a describir a los animales que de alguna manera han logrado sobrevivir donde otros han fracasado: las faunas frías.

Durante los máximos glaciares sobreviven ciertas **especies** generalistas, pero en escaso número, por ello las que se considera que tuvieron gran éxito adaptativo son el mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*), el rinoceronte lanudo (*Coelodonta antiquitatis*), el reno (*Rangifer tarandus*), el buey almizclero (*Praeovibos moschatus*), el antílope Saiga (*Saiga tatarica*) y el zorro ártico (*Alopex lagopus*). Los dos primeros ya no están entre nosotros, y el resto sobrevive limitando sus fronteras geográficas a tierras del norte. Curiosamente el buey almizclero no pertenece a la subfamilia Bovinae (como los toros y bisontes) sino que se incluye en la subfamilia Caprinae. Dadas sus adaptaciones al frío extremo, estos animales experimentan su máxima distribución geográfica durante la última **glaciación**, aunque ya se encuentran en anteriores periodos fríos.

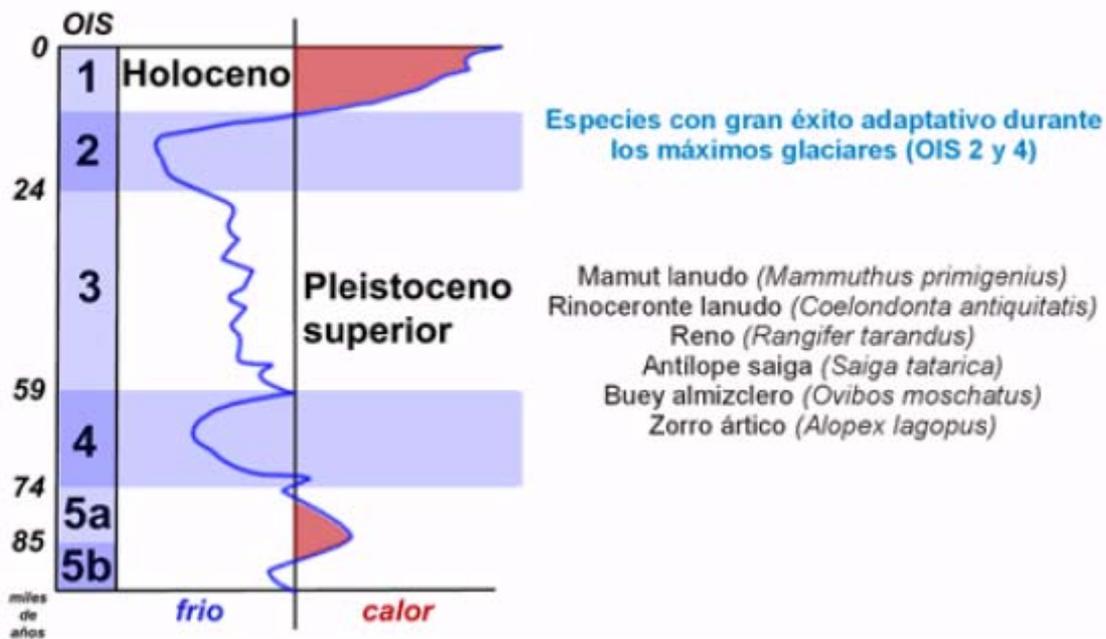


Figura 4.2.10 Durante los últimos 130.000 años (Pleistoceno superior), las especies que más éxito adaptativo han tenido son aquellas más resistentes de fríos extremos de las glaciaciones. En el gráfico, estos períodos fríos son indicados como bandas horizontales azuladas.

En un yacimiento alemán llamado Ehringsdorf, se han detectado varios momentos fríos alternados con cálidos gracias a la sustitución en cada nivel estratigráfico de las especies adaptadas a cada clima. Así en los "niveles fríos" encontramos asociados mamut y rinoceronte lanudo o de pradera, y en los "niveles cálidos" especies de elefante y rinoceronte forestales, sin adaptaciones al frío. Aunque a veces se han encontrado ejemplares congelados que conservaban incluso el pelo, y se han denominado "lanudos" a los mamuts cuyos pelos medían hasta 1m de largo, los paleontólogos casi nunca disponen de tan evidentes pistas y recurren al estudio de los rasgos adaptativos que se traducen en la morfología de sus piezas dentarias (reflejo de su dieta) y en su esqueleto, resultado del hábitat y clima (periodo glacial o interglacial). Por ejemplo, dentro de los rinocerontes, se distinguen entre los "pastadores" con cúspides altas adaptados a comer las gramíneas de las praderas y los "ramoneadores" de hábitos forestales cuyas cúspides son más bajas y sencillas.

El hecho de encontrar una especie u otra, informa acerca del grado de forestación y por tanto del frío.



Figura 4.2.11 El mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*) es una especie emblemática del clima frío en Eurasia y por tanto abundante en el Pleistoceno superior. Su dieta en ambientes de tundra y estepa estaba basada en musgos y herbáceas (algodoneras tipo *Eriophorum*) junto a arbustos de sauce y aliso y abedul enano (*Betula nana*) y ranúnculos (*Ranunculus glacialis*). Esta ilustración muestra a un mamut alimentándose de ranúnculos.

3.7 La vegetación Europea durante el Cuaternario

Los factores climáticos influyen decisivamente en el tipo de cubierta vegetal de una región. Para reconstruir los paisajes del pasado, se recurre al conocimiento de los modelos actuales de vegetación y al de la ecología de las plantas (según el principio de actualismo), aunque esto puede resultar erróneo conforme nos alejamos en el tiempo ya que no hay pruebas de que la fitosociología actual sea reflejo de las formaciones antiguas.

La producción polínica es muy variable según los **géneros**. Una antera puede contener de dos a tres mil granos de polen, o más. A la hora de valorar la presencia de un **taxón**, habrá que tener en cuenta que las **especies** entomófilas (cuyos pólenes son dispersados por insectos) producen menos polen que las anemófilas (cuyos polenes son dispersados por el viento) y se dispersan peor. Incluso entre las anemófilas, las cantidades emitidas son muy variables. Mientras que un haya produce unos 175.000 granos por amento, el abedul puede llegar a 6.000.000 y el aliso a 4.500.000. *Fagus*, *Tilia* y *Fraxinus* producen mucho menos polen que *Betula*, *Pinus*, *Alnus* y *Ulmus*. Para ello se deben establecer unos factores de corrección que eviten las malas interpretaciones respecto a las abundancias relativas polínicas de un yacimiento.

3.8 La vegetación en épocas frías

Según se explica en la unidad dedicada al clima, los mantos de hielo ocupaban grandes extensiones de las tierras del norte y alcanzan puntos muy meridionales en Europa. Frente a estas barreras de hielo, se extendían hacia el sur amplias áreas periglaciares. Éstas se caracterizaban por el **permafrost**, un suelo permanentemente helado varios metros de profundidad (hasta 300 m en Siberia). Se trata de un sustrato congelado en el cual la vida de los árboles es inviable y donde solo herbáceas, musgos y líquenes pueden adaptarse. Un fenómeno muy característico del permafrost es la **solifluxión**: durante los días estivales, las temperaturas superan los 0º y eso provoca el deshielo de la superficie del terreno (un máximo de 6 m de profundidad) originando encharcamientos en la superficie dado que este agua descongelada no se filtra por las capas más profundas del suelo que permanecen heladas y por tanto impermeables. En las época de glaciaciones, la base de cualquier sistema montañoso tendría un paisaje vegetal similar al de los medios periglaciares actuales, las **tundras**.

Las tundras darían paso, en ciertas partes del continente, a unos inmensos bosques de coníferas tipo **taigas**: los bosques boreales. En otras zonas más alejadas del mar, y por tanto con un clima más continental (es decir más contrastado), el paisaje sería una **estepa**: sin árboles y con escasa cobertura edáfica que provocaría un alto transporte eólico del suelo dando lugar a depósitos de limos llamados **loess**.

Durante los periodos fríos, la hoja grande de tipo termófilo, así como la vegetación de coníferas, sobrevivieron solo en zonas de condensación restringidas así como en los valles profundos y húmedos de las montañas del sur de Europa. **Especies** de animales que habitaban un biotopo de bosques (como el jabalí, el corzo, el gamo o el lirón), sobrevivieron en éstas áreas de refugio y emigraron hacia el centro y nordeste de Europa durante los periodos **interglaciares**.

En áreas meridionales de Eurasia con clima más moderado y cálido, las hayas, robles y otras **especies** arbóreas caducifolias se habrían asentado formando bosques caducifolios, mientras que en el cálido ambiente Mediterraneo del sur, lo habrían hecho los encinares. Cada uno de ellos esperando su correspondiente expansión hacia el norte, sustituyendo las **tundras**, **taigas** y **estepas** con la llegada de un periodo cálido.

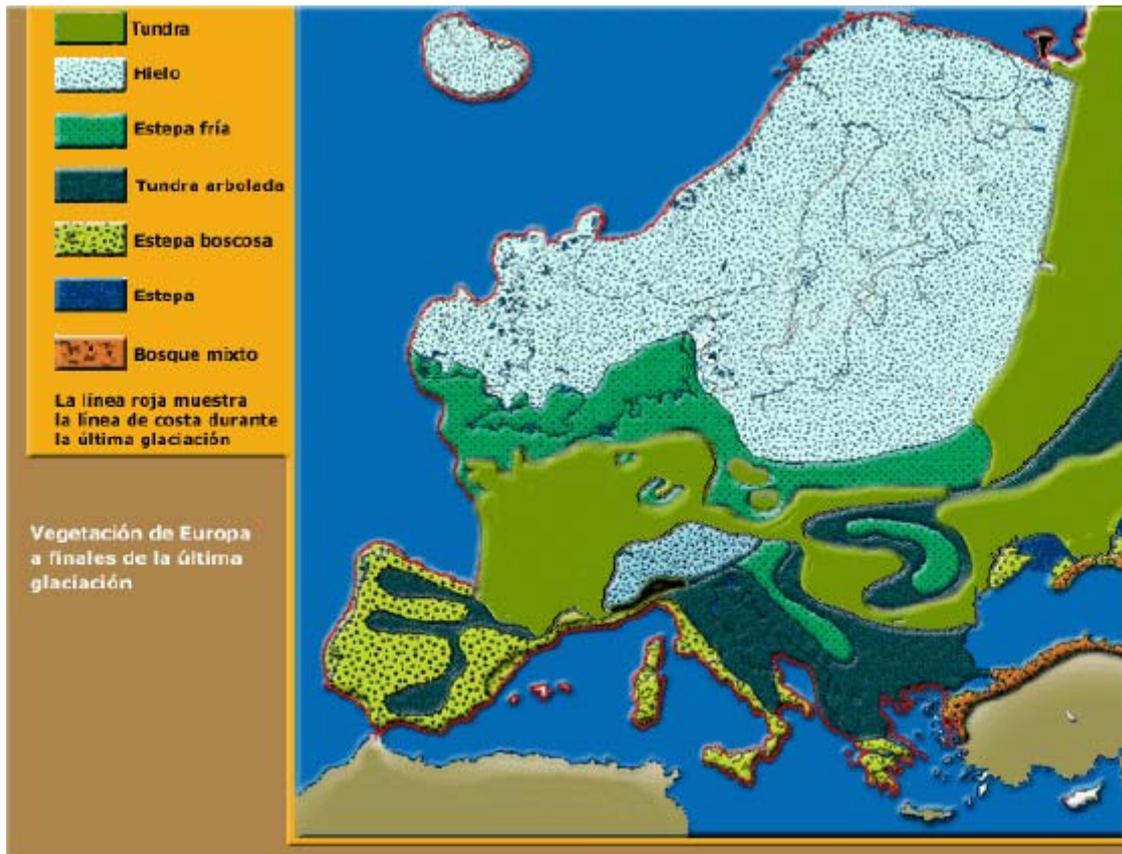


Figura 4.2.13 mapa de distribución de la vegetación de Europa durante la última **glaciación**.

3.9 La vegetación de la Sierra de Atapuerca

La vegetación actual que encontramos sobre la estructura caliza que constituye la Sierra de Atapuerca es un encinar-quejigar continental aclarado, con un cierto matiz atlántico debido a la existencia de brezo (*Erica vagans* y *Calluna vulgaris*). Próximos a la Sierra, destacan los melojares (*Quercus pyrenaica*), en los sustratos silíceos de las inmediaciones que constituyen las terrazas que ha ido dejando el río Arlanzón. Esta vegetación es propia de un clima Mediterráneo semiárido, moderadamente cálido, no muy seco. Tanto encina como quejigo son **especies** adaptadas al clima Mediterráneo, especialmente la encina que habitualmente ocupa laderas de solana con gran escasez de agua y altas temperaturas. El quejigo, no tan resistente a estas condiciones hídricas límite, se protege en zonas de umbría.

El yacimiento de Trinchera Dolina ha proporcionado una abundante y constante muestra polínica que informa de la vegetación durante en último millón de años de Atapuerca:

En el nivel más basal (TD2) aparecen Cupresáceas, *Pinus*, *Betula*, *Artemisia*, indicadoras de ambiente más bien frío y especies caducifolios de *Quercus*, que soportan bien el frío pero nunca sequedad. Así que probablemente rondando el millón de años, las condiciones de la Sierra eran frías y húmedas, con bosques de abedules, pinos, robles y coníferas tipo enebros y tujas.

En el nivel superior de TD4 (el inferior es estéril en polen) hay un alto porcentaje de *Quercus* y *Pinus*, además de *Fagus*, *Betula*, *Juglans*, *Ulmus* y *Olea* que, dada la combinación de taxones, se interpreta como una época de transición entre un periodo frío y uno cálido.

La base de TD5 indica altas proporciones de *Quercus* tanto perennifolios como caducifolios sin otros taxones de carácter templado. En el nivel superior hay mayor representación de *Quercus* perennifolios (tipo encina), lo que le confiere un matiz más xérico.

La parte más baja de TD6 presenta abundantes Cupresáceas (cipreses y enebros), así como *Quercus* (tanto perennifolios como caducifolios) y *Olea*. En la parte superior de TD6 (Estrato Aurora), donde han aparecido los restos de los primeros europeos (*Homo antecessor*) se incrementa la proporción de *Q.* caducifolios y de Ericáceas. Este cambio gradual indica una variación (de abajo hacia arriba) de unas condiciones climáticas más xéricas hacia más húmedas. Además están presentes ciertos taxones típicamente termomediterráneos como *Ceratonia* (algarrobo), *Celtis* (almez), *Olea* (olivo), *Pistacia* (lentisco, pistacho), y *Phyllirea* (labiérnago), que indican un clima más bien cálido.

TD7: Aún hay Cupresáceas pero en más moderada cantidad que en el nivel anterior, además hay pinos y ambos tipos de *Quercus* así como *Fagus* (hayas), *Olea* (olivo) y *Vitis* (vid). Esta asociación puede corresponder con condiciones no frías pero tampoco muy cálidas.

TD8: Este nivel consta de alto contenido en *Castanea* (Castaño), en lugar de los hasta ahora predominantes *Quercus* de ambos tipos. Además hay *Betula*, *Acer*, *Alnus*, *Hedera*, *Fagus*, *Salix* y Ericáceas, especies que indican características climáticas poco extremas, templadas más bien húmedas.

TD10: Ésta es la última fase de relleno con contenido en polen. Aquí disminuyen las especies mediterráneas como *Olea* y templadas como los *Quercus* caducifolios y aumentan los *Pinus*.

5. Autoevaluación

1. ¿Cuál es el grupo de mamíferos que más información bioestratigráfica proporciona? ¿Sabrías dar alguna razón que explique este hecho?

2. ¿Sabrías citar alguna especie animal que viviera durante el Pleistoceno en Europa que sea indicadora de clima frío?

3. ¿Podrías poner 3 ejemplos de animales (un carnívoro, un herbívoro y un micromamífero) que sean representativos del periodo Villafranquiense en Europa?

4. ¿Cuándo se sitúa el periodo "Villafranquiense inferior"? ¿Qué hecho destaca en este periodo?

5. ¿Podrías poner 3 ejemplos de animales (un carnívoro, un herbívoro y un micromamífero) que sean representativos del periodo Cromeriense (o Pleistoceno medio) en Europa?.

5. ¿Sabrías indicar qué especie de arvicólido sustituye hacia la mitad-final del Cromer a *Miomys savini*?

- a. *Arvicola cantiana*
- b. *Pliomys lencki*
- c. *Microtus nivalis*

6. ¿Con que especies de carnívoros coexistía (y por tanto competía) *Homo antecessor* en Europa?

- a. Hiena manchada
- b. Tigre dientes de sable
- c. Jaguar europeo
- d. Grupos de pequeños lobos
- e. Todas las anteriores

7. ¿Durante los periodos fríos, a qué zonas quedarían restringidas las especies de árboles con hoja grande (tipo termófilo), así como los bosques de coníferas?

8. ¿Qué animales son claros indicadores de ambiente cálido?

- a. hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)
- b. búfalo acuático (*Bubalus bubalus*)
- c. oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*)
- d. macaco (*Macaca sylvanus*).

9. ¿Qué es el permafrost?

- a. un suelo permanentemente helado varios metros de profundidad
- b. un lago helado
- c. una estepa siberiana

10. ¿Qué géneros son indicadores de clima cálido?

- a. *Olea*
- b. *Pistacia*
- c. *Pinus*
- d. *Ceratonia*
- e. *Phyllirea*
- f. *Celtis*

6. Soluciones

1. ¿Cuál es el grupo de mamíferos que más información bioestratigráfica proporciona? ¿Sabrías dar alguna razón que explique este hecho?

Los micromamíferos son sin duda los animales que más información bioestratigráfica aportan, por varias razones: los roedores son animales muy prolíficos y grandes viajeros, lo que les dota de un enorme *potencial evolutivo*. Además poseen una gran *adaptabilidad ecológica* lo que les convierte en el grupo de mamíferos mejor representados en cualquier ambiente, proporcionando una interesante fuente de información dada su *abundancia* en los yacimientos.

2. ¿Sabrías citar alguna especie animal que viviera durante el Pleistoceno en Europa que sea indicadora de clima frío?

Mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*), rinoceronte lanudo (*Coelodonta antiquitatis*), buey almizclero (*Ovibos moschatus*), lemmings (*Lemmus lemmus* y *Dicrostonyx gulielmi*), reno (*Rangifer tarandus*), zorro ártico (*Alopex lagopus*)

3. ¿Podrías poner 3 ejemplos de animales (un carnívoro, un herbívoro y un micromamífero) que sean representativos del periodo Villafranquiense en Europa?

Oso etrusco (*Ursus etruscus*), rinoceronte etrusco (*Dicerorhinus etruscus*) y rata de agua (*Allophaiomys*)

4. ¿Cuándo se sitúa el periodo "Villafranquiense inferior"? ¿Qué hecho destaca en este periodo?

El Villafranquiense inferior se sitúa en 3 Millones de años y supone un revolucionario cambio faunístico a partir del cual en Europa se estableció el "complejo faunístico Villafranquiense" más o menos estable entre 2'5 y 1 Millón de años.

5. ¿Podrías poner 3 ejemplos de animales (un carnívoro, un herbívoro y un micromamífero) que sean representativos del periodo Cromeriense (o Pleistoceno medio) en Europa?

León (*Panthera leo*), bisonte (*Bison voigtstedtensis*), rata de agua (*Mimomys savini*).

5. ¿Sabrías indicar qué especie de arvicólido sustituye hacia la mitad-final del Cromer a *Mimomys savini*?

c. *Microtus nivalis*

6. ¿Con que especies de carnívoros coexistía (y por tanto competía) *Homo antecessor* en Europa?

e. Todas las anteriores

7. ¿Durante los periodos fríos, a qué zonas quedarían restringidas las especies de árboles con hoja grande (tipo termófilo), así como los bosques de coníferas?

Dado el frío intenso de los periodos glaciares, las especies termófilas solo podrían sobrevivir concentradas en zonas de condensación como los valles profundos y húmedos de las montañas del sur de Europa.

8. ¿Qué animales son claros indicadores de ambiente cálido?

- a. hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)
- b. búfalo acuático (*Bubalus bubalus*)
- d. macaco (*Macaca sylvanus*).

9. ¿Qué es el permafrost?

- a. un suelo permanentemente helado varios metros de profundidad

10. ¿Qué géneros son indicadores de clima cálido?

- a. *Olea*
- b. *Pistacia*
- c. *Pinus*
- e. *Phyllirea*
- f. *Celtis*

Módulo 5, Origen y dispersión de *Homo*

| | |
|------|---|
| UD.1 | Los primeros humanos |
| UD.2 | El poblamiento de Asia y el <i>Homo erectus</i> |
| UD.3 | Los poblamientos de Europa |
| UD.4 | El poblamiento de América y Australia |
| UD.5 | Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca |



Unidad 1, Los primeros humanos



Homo habilis

Índice del tema

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen

3. Desarrollo del tema

Introducción

- 3.1 Definición del género *Homo*
- 3.2 El registro fósil de los primeros humanos
 - 3.2.1 *Homo habilis/Homo rudolfensis*
 - 3.2.2 *Homo ergaster*
- 3.3 El desarrollo del cerebro
 - 3.3.1 La encefalización
 - 3.3.2 La encefalización de los primeros humanos
 - 3.3.3 La estructura del cerebro
 - 3.3.3.1 Asimetría entre los hemisferios
 - 3.3.3.2 Desarrollo del lóbulo frontal
- 3.4 Paleobiología de los primeros humanos
 - 3.4.1 Tipo de alimentación
 - 3.4.2 El aparato masticador
 - 3.4.3 El desarrollo
- 3.5 Relaciones evolutivas de los primeros humanos
- 3.6 Cambio ecológico

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es imprescindible ningún conocimiento previo para la comprensión de esta unidad, pero se recomienda consultar la unidad "Fauna y Flora en el Pleistoceno europeo"

1.2 Objetivos didácticos

Entre hace 2,5 millones de años y 1 millón de años coexistieron en África dos grupos distintos de homínidos. El grupo de los Australopitecinos (*Australopithecus* y *Paranthropus*) estaba formado por especies de cerebros pequeños; el otro lo formaban homínidos de grandes cerebros, los miembros del género *Homo*. En esta Unidad Didáctica mostraremos la taxonomía y la paleobiología de los primeros *Homo* y la evolución de este género con anterioridad a su salida del continente africano.

Esta Unidad Didáctica tiene los siguientes objetivos específicos:

- Definición del género *Homo*.
- Historia de los descubrimientos de los primeros representantes de nuestro género.
- Conocer la cronología de los primeros *Homo*.
- Localización geográfica de los hallazgos.
- Clasificación taxonómica de los primeros fósiles de *Homo*.
- Relaciones filogenéticas entre las primeras especies de *Homo*.
- Los fósiles más representativos de cada una de las especies de los primeros *Homo*.
- Características físicas de los primeros representantes del género *Homo*.
- Métodos para el cálculo de la encefalización o tamaño relativo del cerebro.
- Desarrollo y crecimiento del cerebro en los primeros humanos.
- Aspectos paleobiológicos de *Homo*: desarrollo, alimentación, sociabilidad, etc.
- Cambios climáticos relacionados con la evolución humana.
- Aparición de los primeros tipos de instrumentos líticos.

1.3 Lecturas recomendadas

Aiello, L. & Wheeler, P. (1995). Brains and guts in human and primate evolution: the expensive organ hypothesis. *Current Anthropology* **36**(2), 199-221.

Johanson, D.C., Msao, F.T., Eck, G.G., White, T.D., Walter, R.C., Kimbel, W.H., Asfaw, B., Manega, P., Nolessokia, P. & Suwa, G. (1987). New partial skeleton of *Homo habilis* from Olduvai Gorge, Tanzania. *Nature* **327**, 205-209.

Kimbel, W.H., Johanson, D.C. & Rak, Y. (1997). Systematic assessment of a maxilla of *Homo* from Hadar, Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology* **103**(2), 235-262.

McHenry, H.M. (1992). How big were early hominids? *Evolutionary Anthropology* **1**, 15-20.

Ruff, C.B., Trinkaus, E. & Holliday, T.W. (1997). Body mass and encephalization in Pleistocene *Homo*. *Nature* **387**(8 May), 173-176.

Walker, A. & Leakey, R. E. F. (1993). *The Nariokotome Homo erectus skeleton*. Berlin: Springer-Verlag.

Walker, A. & Shipman, P. (1996). *The Wisdom of the Bones. In Search of Human Origins*. New York: Alfred A. Knopf.

Wood, B. (1992). Origin and evolution of the genus *Homo*. *Nature* **355**, 783-790.

Wood, B. & Collard, M. (1999). The human genus. *Science* **284**, 65-71.

2. Resumen

Los primeros representantes del género *Homo* se caracterizan por tener un tamaño de cerebro mayor, y por lo tanto mayores capacidades cognitivas y una mayor inteligencia.

Los fósiles más antiguos del género *Homo* se pueden asignar a dos especies: *Homo rudolfensis* y *Homo habilis*. La primera de ellas (entre 1,9 y 1,6 millones de años de antigüedad) se caracteriza por un cerebro mayor y el esqueleto facial más grande y plano, el *torus* está muy poco marcado, y la mandíbula y los dientes son mayores que en *Homo habilis*. La segunda especie (entre 2,4 y 1,8 millones de años) tiene un cerebro de menor tamaño, un aparato masticador menos desarrollado, y una forma craneal más similar a los humanos posteriores en el tiempo.

El cuerpo de *Homo habilis* no era muy diferente al de los australopitecos. Sin embargo, ya había experimentado una expansión del cerebro (entre 500 y 750 cc) y se le atribuye la elaboración de las primeras industrias líticas de tipo *Olduvayense* o de Modo 1. Los primeros *Homo* son las primeras especies que no están ligadas a un medio forestal y habrían habitado paisajes con espacios más abiertos.

Homo ergaster abarca un rango cronológico entre 1,8 y 1,4 millones de años. Tiene capacidades cerebrales entre 800 y 900 cc y sus cráneos son alargados, bajos y con la base ancha. Los *torus* supraorbitarios están muy marcados, son menos *prognatos* y sus huesos nasales están proyectados fuera del resto de la cara. El esqueleto más completo de esta especie es el "niño del Turkana" o WT 15000, que pertenece a un individuo de unos 10-11 años de edad y tiene un tamaño y estructural corporal similar al de la humanidad actual. A esta especie se le atribuye la "invención" del Achólense o Modo 2.

El tamaño del cerebro es la característica más notable del género *Homo*. La mayor parte de miembros del género *Homo* tiene tamaños cerebrales superiores a los 600 cc, considerablemente mayores que los grandes antropoides, los de *Australopithecus* y los de *Paranthropus*.

El grado de *encefalización* se calcula en términos relativos respecto al tamaño corporal. Pero la relación entre el tamaño del cuerpo y el del cerebro crece de forma alométrica, es decir que las proporciones entre los órganos cambian al aumentar el tamaño corporal. Para comparar el encéfalo de especies de tamaños diferentes calculamos el peso encefálico que debería tener según su peso corporal y comparamos ese valor con su peso encefálico real. El índice entre valor esperado y el valor real se conoce como índice de encefalización. Los humanos tenemos un encéfalo 2,9 veces superior al tamaño de encéfalo esperado para un primate haplorrino que tuviera nuestro peso corporal. En los primeros *Homo* se produce un aumento en el índice de encefalización y aparece una estructura cerebral similar a la de la humanidad actual: presentan asimetrías entre los hemisferios cerebrales y el lóbulo frontal se hace más complejo y de mayor tamaño.

La capacidad cerebral de los primeros *Homo* es mayor que en los australopitecinos y sus arcadas dentarias se encuentran situadas debajo de la cara al reducirse el **prognatismo** de los primeros *Australopithecus*. Y, aunque los dientes de los primeros humanos están cubiertos por una gruesa capa de **esmalte**, tienen una mandíbula y unos dientes de menor tamaño, especialmente los premolares y molares. Calculando el índice de megadoncia, los dientes de *Homo habilis* son proporcionalmente más pequeños que los de *Australopithecus* y *Paranthropus*, y todavía son menores en *Homo ergaster*.

Es necesario un cambio en el tipo de alimentación para conseguir la energía que requiere un mayor tamaño del cerebro, unido a la reducción del tubo digestivo y del aparato masticador. Para ello se incorporan a la dieta alimentos de fácil asimilación y gran poder calorífico, como son las grasas y proteínas animales.

El ritmo de desarrollo de los primeros *Homo* es más lento y la erupción dental se retrasa respecto al chimpancé y a los primeros **homínidos**, proporcionando un largo periodo de aprendizaje donde se adquirieron las capacidades cognitivas de los humanos.

3. Desarrollo del Tema

Introducción

Los primeros **estadios** de evolución de nuestro **género** siguen en estado de confusión. No tenemos claro el papel de *Australopithecus africanus*, y todavía no conocemos cual es el papel de *Australopithecus garhi*. Además, las primeras **especies** de *Homo* aparecen en un corto espacio de tiempo, algunas de ellas son contemporáneas, y los antepasados y sus posibles descendientes están separados por un lapso temporal muy pequeño.

Tampoco es fácil identificar cuales son las características que definen al género *Homo*. En primer lugar, porque mucho de lo que distingue a los humanos son características de su comportamiento que no dejan evidencia fósil. En la mayoría de las ocasiones podemos recurrir a pruebas indirectas para saber si los primeros humanos tenían o no un lenguaje, cual era su comportamiento social, su dieta o su forma de captar alimentos...

La definición del género *Homo* ha estado siempre sujeta a la polémica, ya que consciente o inconscientemente, conlleva la definición de lo que consideramos "ser humano". Existe toda una serie de características que se encuentra en el género *Homo*: forma de locomoción, morfología dental, caracteres de la cara y el cráneo, etc. Pero lo que siempre se destaca de manera significativa en todas las definiciones es el mayor tamaño relativo del cerebro que presenta nuestro género frente a otras especies.

El género *Homo* se caracteriza por tener un tamaño de cerebro relativamente grande, y por lo tanto con mayores capacidades cognitivas y una mayor inteligencia. Otra de las características que se incluyen en la diagnosis de los humanos es el menor tamaño de la mandíbula y de los dientes. Aunque el **esmalte** dentario sigue siendo grueso, el tamaño de los dientes de *Homo* se reduce, especialmente los premolares y molares. También la erupción dental se retrasa respecto al chimpancé y a los primeros **homínidos** y el ritmo de desarrollo es más lento.

3.1 Definición del género *Homo*

El promedio del cerebro de la humanidad actual está en torno a los 1250-1350 cc de capacidad, aunque con un amplio rango de valores desde los 1000 cc hasta los 2000 cc. Pero en la evolución humana ¿cuál es el tamaño mínimo de un cerebro para considerarlo humano?. Antes de 1964, la opinión era que ese "Rubicón cerebral" oscilaba entre 700 cc y 800 cc. A finales de los años 40 el antropólogo británico sir Arthur Keith propuso la cifra de 750 cc, una cifra a medio camino entre los tamaños de cerebro de los grandes [antropoideos](#) y los cerebros humanos. Esta propuesta fue aceptada de forma mayoritaria. Pero en 1964, Louis Leakey, Phillip Tobias y John Napier anunciaron el descubrimiento de una nueva [especie](#) de *Homo*, el *Homo habilis*, y propusieron un nuevo rubicón cerebral de tan sólo 600 cc. Estos autores presentaron varios fósiles de esta nueva especie procedentes de la garganta de Olduvai con una antigüedad de alrededor de 1,8 millones de años, y entre ellos un cráneo fósil con una capacidad de tan solo 680 cc, una cifra inferior a la propuesta por Keith. La nueva especie, *Homo habilis*, era el miembro más antiguo de nuestro [género](#) y Leakey la consideraba antepasada directa de *Homo sapiens* asumiendo que *Homo erectus* era una rama lateral. La dentición posterior de *Homo habilis*, aunque grande, era más estrecha que en otros [homínidos](#).

Aunque *Homo habilis* fue recibido inicialmente con muchas objeciones, dado el gran parecido morfológico que presentaban con *Australopithecus africanus*, la mayoría de los antropólogos aceptaron la nueva especie y consideraron una línea evolutiva continua desde *Homo habilis*, pasando por *Homo erectus*, a *Homo sapiens*. Esta visión lineal de la evolución humana está siendo abandonada en la actualidad por modelos evolutivos de tipo ramificado, donde se incluyen numerosas especies de *Homo* (*H. neanderthalensis*, *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H. antecessor*), algunas de ellas extintas y otras que no son antepasadas directas de nuestra [especie](#), sino líneas evolutivas laterales.

Entre estos primeros restos de la Garganta de Olduvai, atribuidas a *Homo habilis*, se incluían los restos de una mano y un pie. Según John Napier este humano ya tenía capacidad para fabricar y utilizar herramientas líticas, además éstos fósiles se encontraron asociados a numerosos restos de industria lítica de tipo [Olduvayense](#). Algunos autores opinan que, dada la estructura primitiva de algunas partes del esqueleto de *Homo habilis*, esta especie mantenía la capacidad de trepar a los árboles.

3.2 El registro fósil de los primeros humanos

Existe una serie de fósiles muy fragmentarios de entre hace 2,5 y 2 millones de años que han sido atribuidos al **género Homo**: el temporal de Chemeron (BCI), la mandíbula de Malawi (UR 501), dientes aislados del valle del río Omo. Sin embargo, en todos estos casos la asignación taxonómica o su cronología no está clara.

Los fósiles más antiguos, que pueden ser atribuidos con toda seguridad a nuestro género, proceden de Hadar (Etiopía). En esta región, el equipo de D. Johanson encontró un maxilar muy completo (A.L. 666-1) que tiene una antigüedad de alrededor de 2.4 millones de años. Aproximadamente, de la misma época, son las industrias líticas más antiguas reconocidas. De hecho, el maxilar de Hadar es el fósil más antiguo asociado con una veintena de utensilios de piedra. Este hecho refuerza la idea de que *Homo* es el autor de las primeras industrias.

A este respecto, recientemente T. White ha publicado una nueva **especie** de homínido *Australopithecus garhi* asociada con huesos fracturados intencionalmente y que presentan marcas de corte en su superficie. Sin embargo, junto a los fósiles de homínido no se ha hallado ningún utensilio **lítico** y la asociación con los huesos puede ser casual y los huesos ser producto de las actividades de otra especie de homínido.

Los fósiles de *Homo* con menos de 2 millones de años de antigüedad son mucho más abundantes, y hasta hace poco se atribuían a dos especies: *Homo habilis* los más antiguos y *Homo erectus* los más recientes. Actualmente, y según el estudio de Bermond Wood, pueden distinguir tres especies entre los fósiles humanos más antiguos de África: *Homo habilis*, *Homo rudolfensis* y *Homo ergaster*. Las dos primeras especies se reparten los fósiles que antes se consideraban de *Homo habilis*, y todos los fósiles africanos antes atribuidos a *Homo erectus* (excepto el cráneo OH 9) son ahora asignados a *Homo ergaster*. *Homo rudolfensis* se distingue de *Homo habilis* por tener un cerebro mayor en combinación con una dentición de gran tamaño y en muchos aspectos similar a la de *Paranthropus*. En cambio, *Homo habilis* tiene un cerebro mayor que *Australopithecus* y *Paranthropus*, pero menor que *Homo rudolfensis*, su aparato masticador es más pequeño y presenta un toro supraorbital separado de la escama frontal por un leve surco.

3.2.1 *Homo habilis/Homo rudolfensis*

Todos los fósiles atribuidos a *Homo rudolfensis* proceden de las orillas del lago Turkana y tienen un rango cronológico entre 1,9 y 1,6 millones de años. En el año 1972, Richard Leakey encontró en el margen oriental del lago Turkana el cráneo más completo asignado a *Homo rudolfensis*, que se denomina KNM-ER 1470 y que tiene una antigüedad de 1,9 millones años. Para algunos este cráneo pertenece a la especie *Homo habilis*, pero para otros las diferencias de tamaño y de forma indican que pertenece a *Homo rudolfensis*. Sin embargo, si el **dimorfismo** sexual de los primeros *Homo* fuera similar al de los **australopitecos** y parántropos las diferencias que presentan *Homo rudolfensis* y *Homo habilis* podrían deberse a las diferencias entre los dos sexos. Pero las diferencias entre KNM-ER 1470 y los demás de *Homo habilis* no residen tan sólo en el tamaño, sino también en la forma. Las características craneales de *Homo rudolfensis* son: mayor cerebro y esqueleto facial más grande ancho y plano, el **torus** está muy poco marcado, y la mandíbula y los dientes son mayores que en *Homo habilis*.

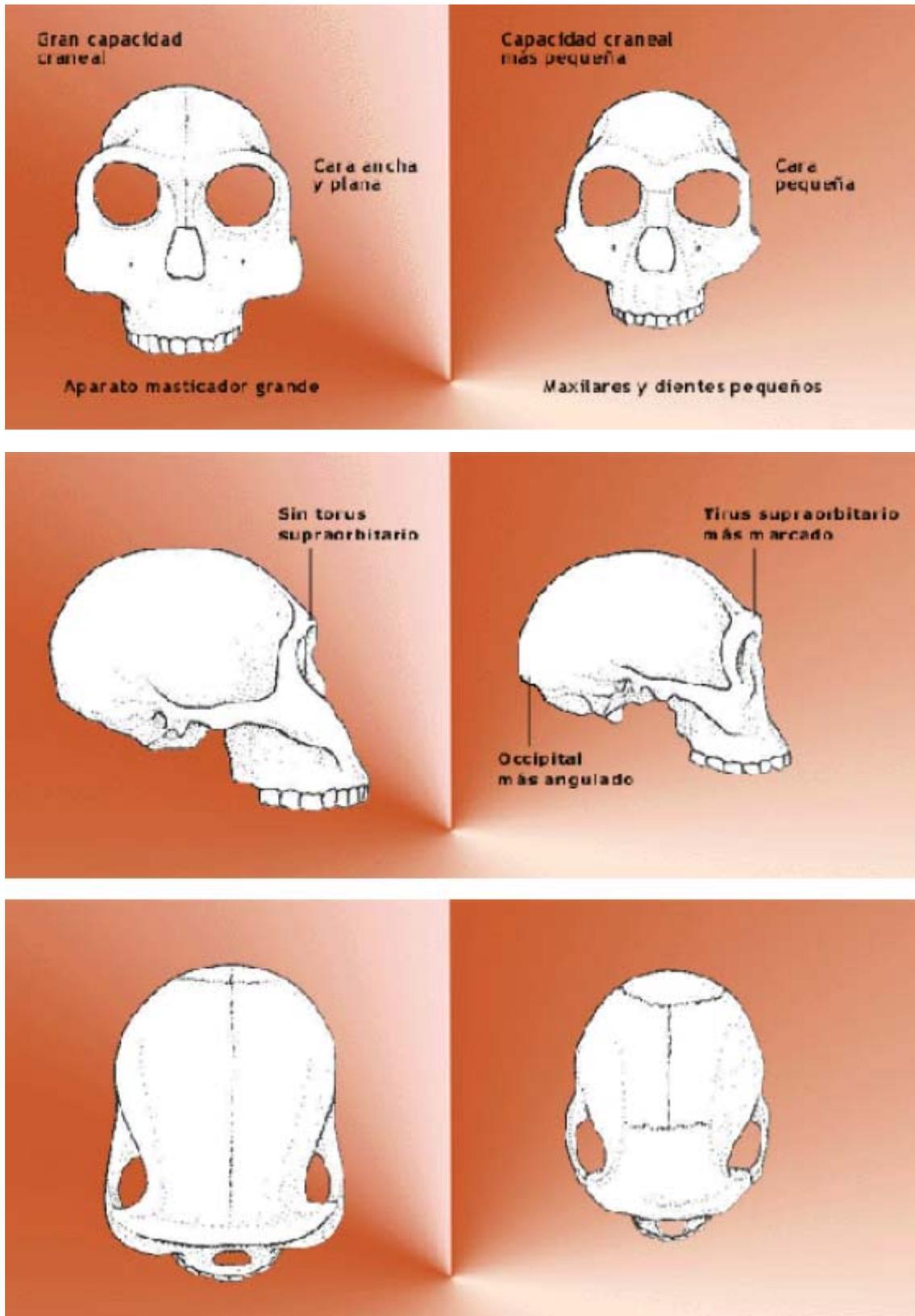


Figura 5.1.1 Comparación entre *Homo rudolfensis* (KNM-ER 1470) y *Homo habilis* (KNM-ER 1813).

Como hemos visto anteriormente, la **especie** *Homo habilis* fue propuesta en 1964 a partir de restos procedentes de la Garganta de Olduvai (Tanzania). Con posterioridad, más fósiles de Olduvai han ampliado el registro de esta especie abarcando un rango cronológico entre hace 1,8 y 1,6 millones de años. Entre ellos, los cráneos más completos son OH 24 y OH 13.



Figura 5.1.2 Cráneo de *Homo habilis* OH 24 procedente de la garganta de Olduvai (Tanzania).

La forma corporal de *Homo habilis* la conocemos gracias al esqueleto parcial OH 62 hallado por D. Johanson y T. White en 1986, en Olduvai. Los más de 300 fragmentos pertenecían a una hembra adulta de tan solo un metro de estatura y tienen 1,8 millones de años de antigüedad. La dentición y el paladar de este individuo permite atribuirlo al género *Homo*. El tamaño corporal de este esqueleto nos hace pensar que los primeros representantes de nuestro género tenían un dimorfismo sexual similar al que presentaba *Australopithecus afarensis*. Además, el esqueleto postcraneal de este fósil muestra características muy primitivas. Se puede estimar la longitud total de sus miembros a partir de los fragmentos de diáfisis. La relación entre la longitud de brazos y piernas en OH 62 es primitiva (el húmero es el 95% la longitud del fémur), es decir, sus brazos son relativamente largos, una proporción más parecida a la de los chimpancés que la que presenta el mismo *Australopithecus afarensis* (85%).

De las orillas del lago Turkana (Kooki Fora, Kenya) procede el cráneo KNM-ER 1813 y el esqueleto parcial KNM-ER 3735, muy similares a los fósiles de Olduvai. También se han encontrado restos de *Homo*, muy probablemente de la especie *Homo habilis*, en el yacimiento sudáfricano de Sterkfontein con una antigüedad de 1,8 millones de años (STW 53). En general, los cráneos de *Homo habilis* presentan un mayor tamaño del cráneo pero un esqueleto que conserva su forma primitiva.



Figura 5.1.3 Cráneo de *Homo habilis* KNM-ER 1813 procedentes de la orilla oriental del lago Turkana (Kenia).

3.2.2 *Homo ergaster*

Entre hace 1,8 millones de años y 1,4 millones de años aparecen fósiles en África pertenecientes a una nueva especie de *Homo*: *Homo ergaster*. Muchos autores consideran que los fósiles atribuidos a esta especie deben ser incluidos en la especie *Homo erectus*. Pero en la actualidad se prefiere reservar el término *Homo erectus* exclusivamente para designar a los fósiles que desde el Pleistoceno inferior evolucionaron de forma local en Asia hasta su desaparición en el Pleistoceno superior. *Homo ergaster* presenta un claro aumento en el tamaño del cerebro y el tamaño y la estructura corporal con muy similares a los de la humanidad actual.

Los fósiles más antiguos de *Homo ergaster* proceden de yacimientos situados en la orilla este del lago Turkana (Kenia). El cráneo KNM-ER 3733 fue descubierto en 1975 en la región de Koobi Fora, está datado entre 1,5 (toba Okote) y 1,82 millones de años (toba KBS) y tiene una capacidad cerebral de 850 cc. El segundo cráneo más completo de esta especie es el KNM-ER 3883, procedente de la zona de Ileret, tiene una capacidad cerebral de unos 800 cc y tiene alrededor de 1,6 millones años. También se han encontrado restos mandibulares, dentales y un cráneo parcial (SK 847) de *Homo ergaster* en el yacimiento sudáfricano de Swartkrans.



Figura 5.1.4 Los dos cráneos más completos de *Homo ergaster* KNM-ER 3883 (izquierda) y KNM-ER 3733 (derecha) procedentes de la orilla oriental del lago Turkana (Kenia).

Estos cráneos muestran un aumento del tamaño del cerebro, son bajos y con la base del cráneo ancho; presentan un torus supraorbitario bien desarrollado e independizado del resto del hueso frontal por un surco bien marcado; los huesos nasales sobresalen del resto de la cara; el esqueleto facial es menos prognato; y los molares son relativamente más pequeños.



Figura 5.1.5 El cráneo más completo de *Homo ergaster* KNM-ER 3733, procede de la orilla oriental del lago Turkana (Kenia). Tiene una capacidad cerebral de 850 c

El fósil más completo de *Homo ergaster* es el esqueleto WT 15000, hallado en 1984 por el equipo de Richard Leakey al oeste del lago Turkana, en el yacimiento Nariokotome III (Kenia). Las formaciones volcánicas próximas al lugar del descubrimiento permiten datar este fósil en cerca de 1,5 millones de años. Pertenece a un adolescente de unos 11-12 años y la morfología de la pelvis permite asignarlo al sexo masculino, por lo que se le conoce familiarmente como el "niño del Turkana". Este esqueleto conserva casi todas las partes del esqueleto, a excepción de los huesos de las manos y de los pies. La estatura estimada al morir de este individuo era de unos 160 cm y se calcula que podría haber alcanzado una estatura de unos 180 cm cuando llegase a adulto, aunque debido a una patología en sus vértebras quizás no hubiese alcanzado esa estatura. Por primera vez en la evolución humana nos encontramos con un tamaño corporal similar al de la humanidad actual. Este esqueleto también tiene una estructura corporal muy parecida a la nuestra. La proporción entre la longitud del húmero y el fémur es muy similar a la que tienen los humanos actuales (74%), y contrasta con la hallada para el fósil de *Homo habilis*, OH 62 (95%).

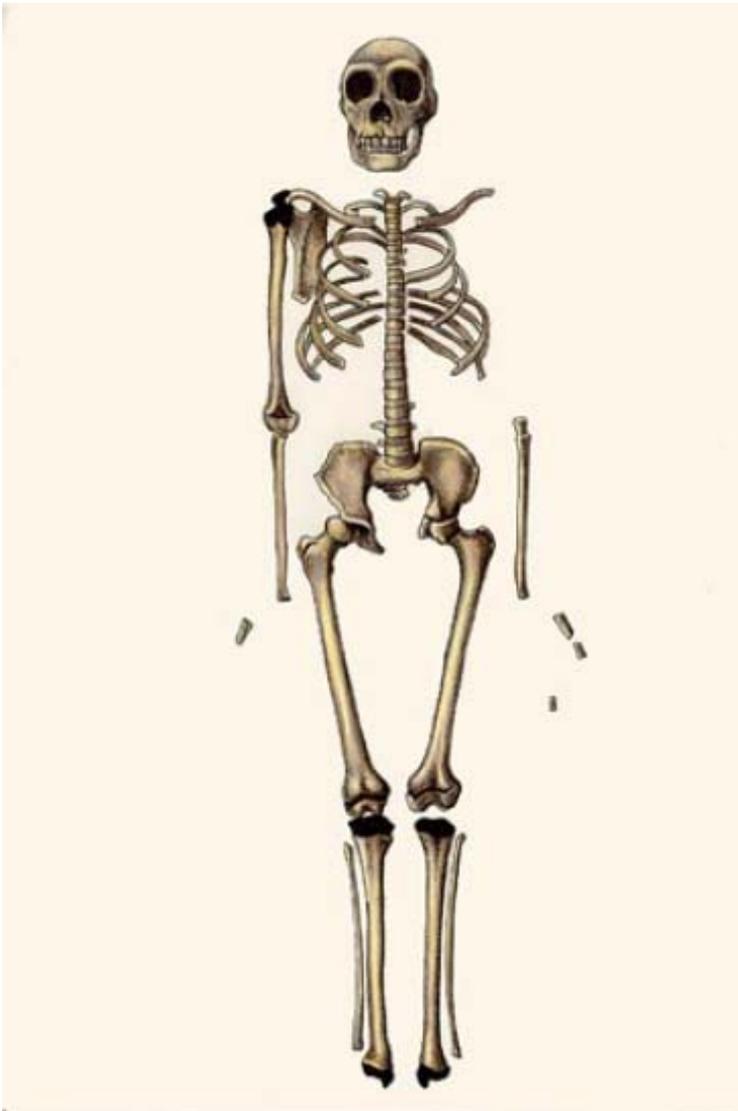


Figura 5.1.6

El esqueleto WT 15000 es el fósil más completo de los primeros homínidos. Pertenece a la especie *Homo ergaster* y fue hallado en 1984 en la orilla occidental del lago Turkana (Kenia) y tiene una antigüedad de 1,6 millones de años. Corresponde a un individuo masculino de 10-11 años de edad.

Homo ergaster tiene una estructura y un tamaño corporal muy parecido al de los humanos posteriores en el tiempo. Posee un gran cerebro y asociado a él aparece en el registro fósil una nueva forma más compleja de fabricar los utensilios de piedra, el Achelense o Modo 2. Los primeros bifaces, que caracterizan este Modo técnico, aparecen en el registro fósil hace 1,4 millones de años de antigüedad y proceden del yacimiento de Konso (Etiopía) donde aparecen junto a una mandíbula de *Homo ergaster*

En 1961 apareció en la Garganta de Olduvai el cráneo OH 9 en la parte superior del lecho II. Este cráneo tiene una antigüedad de 1,2 millones de años, se le estima un capacidad craneal en torno a los 1000 cc y su morfología parece intermedia entre los *Homo ergaster* africanos y los *Homo erectus* asiáticos. Todavía no está claro cual es el lugar que este fósil ocupa en la evolución humana, porque los fósiles más antiguos de Asia parecen superar esa edad.

En el año 1998 se ha publicado el hallazgo de un cráneo muy completo, procedente de la depresión de Danakil en Eritrea, que parece pertenecer a la especie *Homo ergaster* y que tiene una antigüedad de 1 millón de años. Esto extendería el rango cronológico de esta especie hasta esa fecha tan reciente, no obstante la datación de este fósil es todavía incierta.

3.3 El desarrollo del cerebro

Uno de los mayores problemas en el estudio de los primeros **homínidos** y primeros *Homo* es valorar el grado de desarrollo del cerebro y su tamaño, ya que guarda relación con las capacidades cognitivas y la inteligencia de nuestro **género**.

Dos son los aspectos a analizar en el desarrollo del cerebro:

- Cuantificar el aumento de tamaño del encéfalo a lo largo de la evolución de los **homínidos**, es decir el proceso de **encefalización**.
- El análisis de los cambios en la estructura y la morfología del cerebro.

3.3.1 La encefalización

El tamaño absoluto del encéfalo no es una buena medida de la inteligencia, ya que su volumen depende del tamaño del cuerpo. Los humanos tenemos un peso del cerebro en torno a los 1250-1350 gramos. Pero no somos los mamíferos con el mayor encéfalo, nos superan los grandes mamíferos como elefante africano (alrededor de 5.600 g de encéfalo) o las ballenas (6.800 g). El encéfalo cumple otras misiones, como la coordinación del funcionamiento resto del cuerpo, y por lo tanto debe ser grande en **especies** de gran tamaño corporal.

Para corregir este fenómeno y conocer el tamaño relativo del encéfalo, podemos elaborar un índice entre el tamaño del cuerpo y el encéfalo. Sin embargo, el resultado de este índice nos da resultados mayores para los mamíferos más pequeños, como los ratones o musarañas. Esto sucede porque el tamaño del cuerpo y el del cerebro crecen de forma alométrica, es decir que las proporciones entre los órganos cambian al aumentar el tamaño corporal. Así, en los mamíferos el tamaño del encéfalo crece más despacio que el tamaño del cuerpo, y el encéfalo se va haciendo proporcionalmente menor al aumentar el tamaño del cuerpo.

El único método para comparar el encéfalo de **especies** de tamaños diferentes es la de calcular el peso encefálico que debería tener según su peso corporal (valor esperado) y comparar dicho peso con su peso encefálico real (valor encontrado). El índice entre valor esperado y el valor real se conoce como índice de **encefalización**. Si el índice es igual a 1, esa especie tiene el tamaño de encéfalo que le corresponde a su tamaño corporal. Si el valor es superior a 1 los encéfalos son mayores de lo esperado. El punto crucial en la elaboración de estos índices de encefalización es la elección del grupo con el que se hayan los valores esperados.

La relación existente entre el peso del encéfalo y el peso corporal, en los mamíferos, puede resumirse en la siguiente función:

$$\text{Peso encefálico} = 0'12 \times (\text{Peso corporal})^{0'667}$$

Pero cuando se quieren comparar especies de mamíferos que están muy próximas entre sí, como es el caso de los antropomorfos y los homínidos, es preferible calcular el peso encefálico esperado referido al grupo al que pertenece la especie problema. Robert Martin ha propuesto para los primates haplorrinos (grupo al que pertenecen tanto los antropomorfos como los homínidos) una variación en la fórmula usando el exponente 0'75.

De esta forma los humanos tienen un tamaño del encéfalo superior a 7 veces la de un mamífero de su tamaño, pero respecto a los primates haplorrinos es sólo unas 3,2 veces superior.

3.3.2 La encefalización de los primeros humanos

El tamaño del encéfalo puede ser calculado en los fósiles midiendo el espacio que aloja la cavidad craneal y que contiene tres órganos: el cerebro, el cerebelo y el bulbo raquídeo.

Esta capacidad craneal es casi equivalente al peso del encéfalo (a una capacidad de 1000 cc le corresponde un peso de 971 g). La estimación del peso corporal en las **especies** fósiles es más problemática porque no existe ninguna medida esquelética que lo refleje directamente. Debemos estimar el peso a partir de las medidas de algunas partes del esqueleto que estén correlacionadas con él, como son el tamaño de las articulaciones o **epífisis** por donde se trasmite gran parte del peso del cuerpo (las articulaciones de fémures y tibias, o las vértebras lumbares y sacras en el caso de los **bípedos**). Utilizando los datos de pesos corporales y el tamaño de las articulaciones en primates vivos podemos hallar la relación matemática entre ellos. En el caso de los **homínidos**, dado que todos ellos tienen un tipo de locomoción bípeda, la relación que existe en los humanos actuales es la más apropiada para hallar el peso de los fósiles. Pero en el registro fósil son muy escasos los esqueletos asociados a cráneos, donde se pueda calcular en un mismo individuo el peso corporal y la capacidad craneal. El primero de ellos, como hemos visto, es el esqueleto de un joven de *Homo ergaster* (KNM WT 15000) con 1,6 millones de antigüedad. En muchos de los casos la asignación taxonómica es dudosa y no estamos seguros de la especie a la que pertenecen algunos fósiles. Así, en los primeros **homínidos** y primeros *Homo* tenemos que recurrir a los pesos corporales y tamaños de encéfalo calculados sobre diferentes individuos y utilizando diferentes partes del cuerpo. Los promedios de pesos encefálicos y los índices de encefalización calculados para las primeras especies de **homínidos** son:

| | Peso promedio del encéfalo | Índice de <u>encefalización</u> |
|---|----------------------------|---------------------------------|
| <i>Australopithecus afarensis</i> | 426 g | 1,23 |
| <i>Australopithecus africanus</i> | 436 g | 1,3 |
| <i>Paranthropus robustus</i> | 523 g | 1,54 |
| <i>Paranthropus boisei</i> | 508 g | 1,34 |
| <i>Homo habilis</i> / <i>Homo rudolfensis</i> | 619 g | 1,67 |
| <i>Homo ergaster</i> | 805 g | 1,72 |

Podemos observar que *Australopithecus* y *Paranthropus* tienen una **encefalización** mayor que los chimpancés (1,2) pero inferior a los primeros *Homo*. Entre *Homo habilis* y *Homo ergaster* hubo un aumento importante en el tamaño absoluto del cerebro pero que está compensado por el crecimiento del cuerpo, y resulta un valor de encefalización similar. Es decir, el crecimiento del cerebro está vinculado a los primeros representantes del **género Homo**, que tienen índices de encefalización un 50% mayores que los chimpancés y que representan casi dos tercios del valor de la humanidad actual (3,1). En cambio, entre *Homo habilis* y *Homo ergaster* el cambio más importante que se produjo fue el cambio del tamaño y estructura del esqueleto.

3.3.3 La estructura del cerebro

El cerebro humano tiene una estructura distinta a la de otros primates y en la superficie cerebral podemos localizar regiones que participan de forma especializada en diferentes actividades físicas o cognitivas. Debido a la especialización de las diferentes regiones del cerebro podemos observar grandes diferencias morfológicas en la estructura del cerebro de los humanos y los chimpancés.

En los fósiles, la estructura del cerebro puede ser estudiada a través de las impresiones que deja en las paredes internas del cráneo los surcos, circunvoluciones, cisuras y venas meníngeas. En muchos casos estas impresiones son muy tenues y limitan nuestro estudio únicamente a la superficie del cerebro.

En los *Australopithecus* y *Paranthropus* existe disparidad de opiniones sobre el grado de reorganización cerebral que tienen respecto de los antropomorfos. Sin embargo, todos los autores están de acuerdo en que *Homo habilis* y *Homo ergaster* ya tienen una morfología cerebral similar a la de humanos modernos y presentan las siguientes características:

- 1) Asimetría entre los hemisferios.
- 2) Desarrollo y complejidad del lóbulo frontal.

3.3.3.1 Asimetría entre los hemisferios.

El cerebro humano actual es muy asimétrico. La asimetría entre ambos hemisferios cerebrales está relacionada con la lateralización cerebral, es decir, la especialización de cada una de las regiones cerebrales en distintas funciones. En los cráneos de los primeros *Homo* ya puede observarse esta asimetría cerebral.

3.3.3.2 Desarrollo del lóbulo frontal.

El lóbulo frontal es responsable de algunas capacidades cognitivas exclusivas de los humanos o que en éstos están mucho más desarrolladas. Entre las funciones del lóbulo frontal se encuentran la de establecer la secuencia de movimientos del aparato fonador, el control de las emociones, la concentración, la planificación y anticipación, el control de la memoria...

A lo largo de la evolución humana, el lóbulo frontal ha crecido en tamaño absoluto y en relación al resto del cerebro. Además, su superficie se ha hecho más compleja aumentando el número de sulcos en su superficie.

Algunos autores relacionan el aumento del tamaño cerebral de los primeros humanos con las ventajas que les proporcionaría para desenvolverse

socialmente dentro de un grupo, porque el tamaño del neocórtex respecto al resto del encéfalo está en función directa al tamaño del grupo social. También el mayor tamaño del cerebro se relaciona con el desarrollo de las capacidades lingüísticas en los primeros *Homo*, necesario para tener una mayor complejidad social.

3.4 Paleobiología de los primeros humanos

3.4.1 Tipo de alimentación

El cerebro y el tubo digestivo son órganos energéticamente muy costosos y como vemos los humanos tenemos un cerebro más grande de lo que corresponde a un primate de nuestro peso. Sin embargo, los humanos tenemos un tubo digestivo menor al que nos corresponde. Según Aiello y Wheeler, la combinación que se da en nosotros de expansión cerebral y acortamiento de los intestinos sólo puede producirse cambiando la dieta hacia un alimento de fácil asimilación y gran poder calorífico. Los primeros humanos habrían incorporado las grasas y proteínas animales a su dieta y esto les permitió un mayor desarrollo del cerebro a expensas de otros órganos energéticamente muy costosos

3.4.2 El aparato masticador

Las dimensiones del aparato masticador están muy relacionadas con el tipo de alimentación y con el tamaño del individuo. La relación entre el tamaño de los dientes y el del cuerpo también es de tipo alométrica. Utilizando datos de [especies](#) actuales podemos calcular el índice de megadoncia entre el tamaño real de los molares de una especie fósil (valor real observado) y el que le correspondería a un primate de su tamaño (valor esperado). En *Australopithecus afarensis* el índice de megadoncia es el doble que entre los chimpancés, y es todavía mayor en *Australopithecus africanus* y *Paranthropus* (hasta tres veces mayor), pero en *Homo habilis* el valor vuelve a ser como el de *Australopithecus afarensis*, y en *Homo ergaster* el valor de megadoncia es similar al del chimpancé y al de la humanidad actual. Los dientes de los primeros *Homo* son proporcionalmente más pequeños que los de *Australopithecus* y *Paranthropus*. Esto está relacionado con un tipo de dieta basada en recursos de mejor calidad y más energéticos y con la existencia de útiles [líticos](#) que les permitiera adquirir ese tipo de alimentos.

3.4.2. El desarrollo

Los humanos modernos tienen un desarrollo lento, alcanzan la madurez sexual muy tardíamente y tienen una larga esperanza de vida. El periodo de desarrollo de los humanos se prolonga hasta los veinte años, casi el doble de largo que entre los antropomorfos (chimpancés, gorilas y orangutanes).

La vida puede dividirse en cuatro etapas que coinciden con la erupción de piezas dentales:

- La primera infancia finaliza con la erupción de la primera muela, en este periodo las crías tienen una fuerte dependencia de sus madres.
- La segunda infancia se prolonga hasta la erupción del segundo molar.
- La tercera etapa es la pubertad, que dura hasta la emergencia del tercer molar.
- Con el tercer molar se inicia la vida adulta, aunque el esqueleto tarda un poco más en completar su desarrollo.

En los fósiles podemos conocer el estado de desarrollo a partir de la erupción dental, pero sólo con esta información no podemos saber cual es la edad real de un fósil porque ésta depende del ritmo de su desarrollo, si tienen un ritmo rápido como los antropomorfos o un ritmo lento como los humanos.

Existen nuevas técnicas de análisis de la estructura de dental que nos permiten saber cual es la edad real de un fósil. El **esmalte** de los dientes se deposita por capas a un ritmo aproximado de una capa por semana y que están separadas por unas estrías llamadas líneas de Retzius. Se pueden contar el número de líneas de Retzius en los dientes que no han completado su desarrollo y saber la edad de muerte con bastante seguridad en los individuos más jóvenes. Para los individuos que han completado el crecimiento de sus dientes sólo podemos aplicar técnicas mucho menos fiables como el desgaste dental o el grado de epifisación de sus huesos.

Como demuestra el estudio de los incisivos del niño de Taung, en los primeros **homínidos** el ritmo de desarrollo era más similar al de los chimpancés que al de los humanos. Pero no disponemos de fósiles apropiados de los primeros **Homo** para estudiar el ritmo de desarrollo utilizando el método de conteo de las estrías de Retzius. En el caso del WT 150000 los incisivos habían completado su desarrollo mucho antes que el individuo muriese. Si su ritmo de desarrollo fuera como el de los chimpancés habría muerto a los siete años, mientras que si fuera como el de los humanos modernos habría muerto a los once años.

El tamaño del cerebro está muy correlacionado con la longevidad y con la duración de las diferentes etapas de la vida. El cráneo de WT 150000 tiene una capacidad cerebral intermedia entre los chimpancés y los seres humanos, podemos suponer que el ritmo de desarrollo también sería intermedio, y entonces el niño del Turkana habría muerto hacia los nueve o diez años.

La altura, en torno a los 160 cm de este individuo es equivalente a la de un adolescente actual de unos 15 años; sin embargo, según Holly Smith en *Homo ergaster* no se producía la aceleración en el crecimiento durante la pubertad

que sólo se encuentra en nuestra **especie** (el "estiron"), sino que el ritmo era continuo como en los antropomorfos.

Homo ergaster tendría un tipo de desarrollo similar al de los humanos: lento y prologado. Este ritmo estaría relacionado con las necesidades de desarrollo del cerebro y a su vez con la emergencia de la cultura y el lenguaje. Un largo periodo de desarrollo supone también un dilatado tiempo de aprendizaje.

3.5 Relaciones evolutivas de los primeros humanos

En Unidades didácticas anteriores hemos presentado las relaciones entre los primeros homínidos de los géneros *Ardipithecus*, *Australopithecus* y *Paranthropus*.

A pesar de las diferencias en el tamaño del encéfalo y en el aparato masticador entre *Australopithecus africanus* y *Homo*, la morfología craneal es muy similar en ambas especies y estarían muy próximas evolutivamente. No obstante, *Australopithecus africanus* tiene adaptaciones megadontas en su dentición y quizás no es el candidato ideal a ser la especie antepasada de *Homo*, pero sería una forma muy parecida a esta especie la antepasada común de *Homo* y *Australopithecus africanus*, y que habría vivido en África entre hace 4 y 3 millones de años.

Si se acepta la existencia de la especie *Homo rudolfensis*, esta especie representaría una línea evolutiva lateral dentro de *Homo*, puesto que la anatomía de su aparato masticador ya está especializada hacia la megadoncia. El papel de la especie *Homo habilis* está mucho más claro, y tanto su morfología como la cronología son compatibles con que fuese la antepasada de *Homo ergaster*.

3.6 Cambio ecológico

Homo habilis es la primera especie que no está ligada a un medio forestal, y habría habitado paisajes con espacios más abiertos. Este cambio ecológico provocó una serie de cambios, que van a permitir que sus descendientes acaben viviendo en toda clase de regiones, climas y ecosistemas. Este cambio de hábitat coincide con un gran cambio climático experimentado por la Tierra hace 2,8 millones de años. A partir de ese momento se iniciaron oscilaciones climáticas de gran amplitud, que influyeron en el clima del África ecuatorial y las masas boscosas se redujeron en beneficio de las sabanas y formaciones herbáceas.

El *Homo habilis*, junto a otras especies de mamíferos, se adaptó a esos nuevos ecosistemas de espacios abiertos. También cambió su nicho ecológico, y incorporó a su dieta la carne y grasas animales. Estos alimentos de gran calidad y fácilmente digeribles le proporcionaron la energía suficiente para desarrollar un cerebro mayor. El tamaño del cerebro le proporcionó a *Homo habilis* unas mayores capacidades cognitivas y relacionado con esto, una mayor complejidad social en sus grupos.

Por último, con *Homo habilis* aparecen los primeros instrumentos líticos. Herramientas que permitirán a los humanos realizar toda una serie de actividades imposibles de realizar con sus dientes, como es cortar la piel y la carne de animales muertos o fracturar sus huesos para extraer el tuétano. Sea cual sea la forma de captación, mediante la caza o por el carroñeo, los instrumentos permitieron a *Homo habilis* cambiar su nicho ecológico e incorporar la carne a su dieta.

Coincidiendo con *Homo ergaster*, hace 1,7 millones de años se intensificó la aridez del planeta, y se expandieron aún más las sabanas en detrimento de los bosques tropicales. Esta especie estaba perfectamente adaptada a medios abiertos y consumía regularmente la carne de otros animales. Tenían una estructura corporal similar a la de los humanos actuales. Además, relacionado con esta especie apareció un nuevo tipo de tecnología mucho más elaborada, el Achelense o Modo Técnico 2. Esta especie humana ya se encontraba en condiciones de expandir su distribución geográfica y salir por primera vez del continente africano.

4. Actividades a desarrollar

Con la siguiente tabla de pesos corporales y pesos cerebrales y la superficie de masticación calcular los índices de **encefalización** y de megadoncia de las siguientes **especies** fósiles.

Comparar los valores entre las distintas especies de **homínidos** con las especies actuales.

- Índice de Encefalización (IE) = $\text{Volumen encefálico} / 0.0589 \times (\text{Peso corporal en g})^{0.76}$
- Índice de Megadoncia (IM) = $\text{Superficie de masticación del P4-M1} / 12.15 \times (\text{Peso corporal})^{0.86}$

| | Peso del encefalo (g) | Area de la dentición P4-M1 (mm ²) | Peso corporal (kg) | IE | IM |
|--|-----------------------|---|--------------------|-----|-----|
| <i>Australopithecus afarensis</i> | 426 | 460 | 37 | | |
| <i>Australopithecus africanus</i> | 436 | 516 | 35,5 | | |
| <i>Paranthropus boisei</i> | 508 | 588 | 41,5 | | |
| <i>Paranthropus robustus</i> | 523 | 799 | 36 | | |
| <i>Homo habilis / Homo rudolfensis</i> | 619 | 479 | 40,5 | | |
| <i>Homo ergaster</i> | 805 | 372 | 55 | | |
| <i>Homo sapiens</i> | 1350 | - | 44,0 | 3,4 | 0,9 |
| <i>Pan troglodytes</i> | 410 | - | 36,4 | 1,2 | 0,9 |

5. Autoevaluación

1) ¿Cuál era el tamaño cerebral que se consideraba suficiente para considerar un cerebro humano durante la primera mitad del siglo XX?

- a) 1.000 cc
- b) entre 700 cc y 800 cc
- c) entre 500 y 600 cc

2) ¿Qué antigüedad tiene el primer fósil de *Homo*?

- a) 2 millones de años
- b) 2,5 millones de años
- c) 1,8 millones de años

3) ¿Qué estatura se le calcula al esqueleto WT15000?

- a) aprox. 180 cm.
- b) aprox. 140 cm.
- c) aprox. 160 cm.

4) ¿Cuántas veces es mayor el tamaño del encéfalo de un humano respecto a los haplorrinos?

- a) aprox. 3 veces
- b) aprox. 7 veces
- c) aprox. 5 veces

5) Entre los primeros homínidos, ¿cuándo se produce el mayor incremento en el índice de encefalización?

- a) Entre *Homo habilis* y *Homo ergaster*
- b) Entre *Australopithecus* y *Paranthropus*
- c) Entre *Australopithecus* y *Homo habilis*

6) ¿Qué especie o especies tienen las proporciones entre las extremidades similares a las de la humanidad actual?

- a) *Australopithecus afarensis*
- b) *Homo ergaster*
- c) *Homo habilis*

7) ¿Cuál es la proporción entre la longitud del húmero y del fémur en *Homo ergaster*?

- a) Intermedia a *Homo habilis* y *Homo sapiens*
- b) Como la de *Homo habilis*
- c) Como en nuestra especie
- d) Intermedia a *Australopithecus* y *Homo sapiens*

8) ¿Cuál es la característica que excluye a *Homo rudolfensis* como antepasado del resto de especies humanas?

- a) El mayor tamaño del cerebro
- b) El tamaño de su aparato masticador
- c) La ausencia de un torus supraorbitario individualizado
- d) La proporción entre sus extremidades

9) ¿Cuándo se produce el cambio climático que cambia el tipo de nicho ecológico de los primeros humanos?

- a) Hace 1,5 millones de años

- b) Hace 2,8 millones de años
- c) Hace 2 millones de años
- d) Hace 5 millones de años

10) ¿Qué especie está relacionada con la aparición de Modo Técnico 2?

- a) *Homo habilis*
- b) *Homo rudolfensis*
- c) *Homo ergaster*

11) Marcar las características de la especie *Homo habilis*:

- a) Los dientes aumentan su tamaño
- b) Los huesos nasales se proyectan hacia adelante
- c) Se reduce el tamaño del aparato masticador
- d) El cerebro aumenta de tamaño
- e) Cambian las proporciones entre los miembros

12) ¿Qué antigüedad tiene el esqueleto WT 15000?

- a) 1,6 millones de años
- b) 1,4 millones de años
- c) 1,8 millones de años

13) ¿De qué yacimiento proceden los fósiles con los que se propuso la especie *Homo habilis*?

- a) Orillas del lago Turkana
- b) Sterkfontein
- c) Valle del río Omo
- d) Olduvai

14) ¿Cómo podemos conocer el ritmo de desarrollo de *Homo ergaster*?

- a) A partir de los depósitos de esmalte en sus dientes
- b) Por el estado de erupción dental
- c) Por la correlación que existe entre el tamaño del cerebro y la duración del desarrollo.

15) ¿Cuál es el ritmo de desarrollo de *Homo ergaster*?

- a) Como en *Homo habilis*
- b) Similar al de los monos antropoides (rápido)
- c) Como el de la humanidad actual (lento)
- d) Intermedio entre antropomorfos y la humanidad actual

| |
|----------------------|
| 6. Soluciones |
|----------------------|

- 1) **¿Cuál era el tamaño cerebral que se consideraba suficiente para considerar un cerebro humano durante la primera mitad del siglo XX?**
b) entre 700 cc y 800 cc
- 2) **¿Qué antigüedad tiene el primer fósil de *Homo*?**
b) 2,5 millones de años
- 3) **¿Qué estatura se le calcula al esqueleto WT15000?**
c) aprox. 160 cm.
- 4) **¿Cuántas veces es mayor el tamaño del encéfalo de un humano respecto a los haplorrinos?**
a) aprox. 3 veces
- 5) **Entre los primeros homínidos, ¿cuándo se produce el mayor incremento en el índice de encefalización?**
c) Entre *Australopithecus* y *Homo habilis*
- 6) **¿Qué especie o especies tienen las proporciones entre las extremidades similares a las de la humanidad actual?**
b) *Homo ergaster*
- 7) **¿Cuál es la proporción entre la longitud del húmero y del fémur en *Homo ergaster*?**
c) Como en nuestra especie
- 8) **¿Cuál es la característica que excluye a *Homo rudolfensis* como antepasado del resto de especies humanas?**
a) El mayor tamaño del cerebro
- 9) **¿Cuándo se produce el cambio climático que cambia el tipo de nicho ecológico de los primeros humanos?**
b) Hace 2,8 millones de años
- 10) **¿Qué especie está relacionada con la aparición de Modo Técnico 2?**
c) *Homo ergaster*
- 11) **Marcar las características de la especie *Homo habilis*:**
c) Se reduce el tamaño del aparato masticador
d) El cerebro aumenta de tamaño
- 12) **¿Qué antigüedad tiene el esqueleto WT 15000?**
a) 1,6 millones de años
- 13) **¿De qué yacimiento proceden los fósiles con los que se propuso la especie *Homo habilis*?**
d) Olduvai
- 14) **¿Cómo podemos conocer el ritmo de desarrollo de *Homo ergaster*?**

c) Por la correlación que existe entre el tamaño del cerebro y la duración del desarrollo

15) ¿Cuál es el ritmo de desarrollo de *Homo ergaster*?

d) Intermedio entre antropomorfos y la humanidad actual

Unidad 2, El poblamiento de Asia y el *Homo erectus*



Homo erectus

Índice del tema

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Historia de los descubrimientos
- 3.2 El *Homo erectus* asiático
 - 3.2.1 Los Pitecántropos de Java
 - 3.2.1.1 Trinil
 - 3.2.1.2 Sangiran
 - 3.2.1.3 Modjokerto
 - 3.2.1.4 Sambungmacan
 - 3.2.1.5 Ngebung
 - 3.2.1.6 Ngandong
 - 3.2.2 Los Sinántropos de China
 - 3.2.2.1 Zhoukodian
 - 3.2.2.2 Los *Homo erectus* evolucionados
- 3.3 La evolución de *Homo erectus*

4. Actividades a desarrollar

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es imprescindible ningún conocimiento previo para la comprensión de esta unidad, pero se recomienda consultar la unidad "Los poblamientos de Europa"

1.2 Objetivos didácticos

En este momento de la evolución humana el escenario donde se desarrolla no seguirá restringido al continente africano. Los humanos salen de África y van a tener una mayor distribución geográfica extendiéndose por todo el viejo continente. Esta expansión y el posterior aislamiento de las poblaciones favorecerá la evolución en diferentes direcciones en cada uno de los tres continentes. En esta Unidad Didáctica veremos cómo se produce el poblamiento de Asia y las características de esos [homínidos](#).

Esta Unidad didáctica tiene los siguientes objetivos:

- Introducción a la historia de los descubrimientos en Asia.
- Cronología y forma del poblamiento de Asia.
- Los yacimientos más importantes de Asia.
- Asignación taxonómica de los fósiles humanos del continente asiático.
- Los dos grupos de fósiles asiáticos de *Homo erectus*: Pitecántropos y Sinántropos.
- Cronología de los yacimientos.
- Evolución de *Homo erectus*.
- Características morfológicas de los *Homo erectus*.
- Desaparición de *Homo erectus*

1.3 Lecturas recomendadas

Chen, T., Yang, Q. & Wu, E. (1994). Antiquity of *Homo sapiens* in China. *Nature* **368**, 55-56.

Rightmire, G.P. (1990). *The Evolution of Homo erectus. Comparative Anatomical Studies of an Extinct Human Species*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rightmire, G.P. (1992). *Homo erectus*: ancestor or evolutionary side branch? *Evolutionary Anthropology* 1, 43-49.

Santa Luca, A.P. (1980). *The Ngandong Fossil Hominids: A Comparative Study of a Far Eastern Homo erectus Group*. New Haven: Yale University Press.

Swisher III, C. C., Rink, W. J., Antón, S. C., Schwarcz, H. P., Curtis, G. H., Suprijo, A. & Widiasmoro (1996). Latest *Homo erectus* of Java: Potential contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia. *Science* **274**, 1870-1874.

Swisher III, C.C., Curtis, G.H., Jacob, T., Getty, A.G., Suprijo, A. & Widiasmoro (1994). Age of the earliest know hominids in Java, Indonesia. *Science* **263**, 1118-1121.

Wampo, H., Ciochon, R., Yumin, G., Larick, R., Qiren, F., Schwarcz, H., Yonge, C., Vos, J.d. & Rink, W. (1995). Early *Homo* and associated artefacts from Asia. *Nature* **378**, 275-278.

Weidenreich, F. (1938). *Pithecanthropus* and *Sinanthropus*. *Nature* **141**, 378-379.

2. Resumen

Hace alrededor de un millón y medio de años los humanos salieron de África. Aunque a algunos fósiles de Asia se le asignan edades cercanas a los dos millones de años, en todos estos casos, sus dataciones o la procedencia estratigráfica presenta dudas. La mandíbula de Dmanisi tiene en torno al millón y medio de años de antigüedad, los fósiles más antiguos de Sangiran (Java) tiene más de 1 millón de años y el yacimiento Achelense de Ubeidiya también tiene alrededor de un millón de años de antigüedad. Según estos datos, en primer lugar se produjo el poblamiento de Asia y hace un millón de años el hombre se expandió por Europa.

En 1891, Eugene Dubois encuentra el primer fósil de *Homo erectus*, en un momento histórico en que se debatía sobre si el origen de la humanidad se encontraba en Asia o en África. Durante el primer cuarto de siglo se produjeron numerosos hallazgos en Asia (entre otros Sangiran, Ngandong, Zhoukoudian), pero tras la aparición de los fósiles de *Australopithecus* quedó claro que el lugar donde aparecieron los primeros homínidos fue en África.

Los *Homo erectus* asiáticos pueden diferenciarse de los *Homo ergaster* africanos (antes también llamados *Homo erectus* africanos), porque los primeros presentan las superestructuras craneales mucho más marcadas: torus frontal muy desarrollado y recto, el hueso occipital es más angulado con un torus occipital muy marcado, mayor grosor de las paredes del cráneo y de los huesos del esqueleto, bóveda craneal baja, frente huidiza y base del cráneo ancha.

La mayoría de fósiles de *Homo erectus* procede de la isla de Java (Pitecántropos) y de China (Sinántropos). Los fósiles más antiguos de Java son algunos restos procedentes de Sangiran y la calvaria de Modjokerto, con más de 1 millón de años. El yacimiento más reciente es Ngandong, que data del Pleistoceno superior, quizás con menos de 50.000 años de antigüedad.

Los fósiles de Ngandong se pueden considerar una forma evolucionada de *Homo erectus* con presenta una ligera expansión de la capacidad craneal. Estos homínidos son contemporáneos de los Neandertales y de los hombres modernos. Por lo tanto, tres especies humanas distintas (*Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* y *Homo sapiens*) vivieron durante una misma época en tres regiones geográficas distintas, a partir de evoluciones locales en condiciones de aislamiento en cada uno de los continentes.

En China el cráneo de Gongwaling tiene un millón de años. Pero la mejor muestra de *Homo erectus* procede de Zhoukoudian, donde entre 1921 y 1937 aparecieron restos de, al menos, 40 individuos, con una antigüedad de entre 550.000 y 300.000 años, y asociados a numerosos instrumentos líticos del Modo 1. En la estratigrafía de Zhoukoudian hay un gran depósito de cenizas, que muy probablemente procede de los fuegos que realizó el *Homo erectus* en esta cueva. Estos fósiles se perdieron durante la II Guerra Mundial, pero se conservan réplicas de ellos.

3. Desarrollo del Tema

Introducción

La salida de los humanos del continente africano se produjo hace alrededor de un millón y medio de años. Como veremos más adelante algunos fósiles de Asia han sido fechados en antigüedades cercanas a los dos millones de años, pero en todas estos casos sus dataciones, su procedencia estratigráfica o su asignación taxonómica no está clara. Las evidencias más firmes de presencia humana fuera de África son:

- 1) La mandíbula de Dmanisi (Georgia) en torno a 1,5 millones de años.
- 2) Los fósiles más antiguos del yacimiento de Sangiran (Java) y Modjokerto tiene como mínimo más de 1 millón de años.
- 3) El yacimiento de Ubeidiya (Israel) ha proporcionado numerosos restos de industria lítica con bifaces, y por lo tanto del [Modo Técnico 2](#), con una antigüedad de 1,5 millones de años.

En Europa los yacimientos más antiguos (Gran Dolina, Soleilhac, Isernia la Pineta, Monte Poggiolo) atestiguan la presencia humana en Europa hace un millón de años. Por lo tanto, en primer lugar los humanos ocuparon el continente asiático y posteriormente Europa.

3.1 Historia de los descubrimientos

Según el esquema establecido por Charles Darwin, los **homínidos** y los póngidos habían surgido a partir de un antepasado común, y utilizando solamente datos de la anatomía comparada estableció una serie de **estadios** en la antropogénesis, recreando el llamado "eslabón perdido", que reflejaría la transformación gradual de un homínido primitivo, con caracteres de antropoide, en el hombre actual.

A finales del siglo pasado sólo se habían descubierto fósiles pertenecientes a dos grupos de humanos. El primer grupo eran los neandertales, entre los que se incluían, además del esqueleto de Neander, los fósiles de Engis, Gibraltar, la mandíbula de La Naulette, Spy, Malarnaud; todos ellos consolidaron la consideración de esta **especie** humana fósil. El segundo grupo de fósiles eran miembros de nuestra especie *Homo sapiens*, procedentes de los yacimientos de Cro-Magnon, Chancelade... y que eran conocidos como los hombres de Cromañón. La visión que se tenía de los neandertal, con una frente huidiza, sin mentón, una cara maciza, toro supraorbitario prominente, cuerpos musculosos y bajos contrastaba con la que se tenía de los hombres de Cromañón, con un aspecto absolutamente moderno y al que se atribuía una mayor inteligencia y se le consideraba el autor de todas las manifestaciones artísticas del **paleolítico superior**, entre ellas el arte rupestre. En los yacimientos podía observarse que los neandertales eran más antiguos que los cromañones. Pero muchos científicos opinaban que los neandertales eran una raza humana primitiva, y no eran considerados antepasados de los humanos, sino que el *Homo sapiens* había llegado a Europa después de obtener su aspecto moderno en otras partes del mundo.

Faltaba todavía por encontrar estas especies ancestrales, que relacionasen a los monos antropomorfos y a los hombres de Cro-Magnon. Para Darwin ese antepasado debía encontrarse en África, donde vivían las dos **especies** más próximas al hombre, el chimpancé y el gorila. Sin embargo, Wallace y otros autores veían en el orangután una especie mejor candidata a ser la antepasada de la humanidad y opinaban que el origen de los humanos debía encontrarse en Asia.

En este contexto histórico, un anatomista holandés, Eugène Dubois (1858-1940), a finales del siglo pasado, se alistó como médico militar y partió hacia las colonias holandesas de las Indias Orientales en busca de ese "eslabón perdido". Tras unos primeros intentos infructuosos en la isla de Sumatra se dirigió a la isla de Java. Allí, en 1891, Dubois encontró en el yacimiento de Trinil un molar y una bóveda craneal, con una capacidad cerebral mucho menor que la de Neander, e inicialmente pensó que se trataba de un fósil de chimpancé. Pero al año siguiente, en los mismos niveles apareció un fémur, que a pesar de presentar una patología, con una excrescencia ósea en la parte **proximal** de la **diáfisis**, tenía una morfología muy similar a la de los humanos actuales. Dubois concluyó que estos fósiles representaban al "hombre-mono" que andaba buscando, un homínido con una locomoción bípeda pero con una pequeña capacidad cerebral y lo llamó *Pithecanthropus erectus*. Numerosos paleontólogos criticaron la asociación entre el cráneo y el fémur y veían en el pitecántropo a un simple gibón gigante y no al antepasado de los humanos. Hizo falta esperar hasta finales de los años 20 para que el descubrimiento de los sinántropos en Zhoukoudien (China) confirmase las afinidades humanas del hombre de Java.

Entre los años 1921 y 1937 fueron descubiertos una magnífica colección de cerca de 40 individuos en Zhoukoudian, por Zdansky, Böhlin, Teilhard de Chardin y W. Pei. A pesar de la gran semejanza con el *Pithecanthropus erectus*, este tipo de homínido fue clasificado separadamente con el nombre de *Sinanthropus pekinensis*. El estudio de estos fósiles fue realizado por Davidson Black y Franz Weidenreich. De esta forma se establecía un **estadio** evolutivo aún más arcaico que el hombre de Neandertal. El interés general se orientó, por consecuencia, hacia el Extremo Oriente, considerado en ese momento la cuna de la humanidad. Se efectuaron nuevas expediciones y prospecciones en la isla de Java que dieron lugar a nuevos descubrimientos en Sangiran, Ngandong, Modjokerto... Pero el descubrimiento de los primeros **australopitecos** orientó, a partir del primer cuarto de siglo hacia el África sudoriental, y posteriormente hacia África del este, que se transformó así en la nueva cuna de la aparición del hombre. Los **australopitecos** eran más primitivos y más antiguos y por lo tanto se convirtieron en los candidatos más firmes a ser los primeros miembros de la **familia** homínida.

3.2 El *Homo erectus* asiático

Antes de los años 80 se consideraba que la especie *Homo erectus* estaba repartida por todo el viejo mundo, y por este motivo muchos de los fósiles del Pleistoceno inferior y medio de África y Europa eran asignados a esta especie. Sin embargo, en la actualidad, dado que los especímenes asiáticos presentan una serie de características distintivas del resto de fósiles, se ha establecido una nueva división taxonómica.

Los *Homo erectus* asiáticos, aunque son muy similares, pueden diferenciarse de los *Homo erectus* africanos, porque los primeros presentan las superestructuras craneales mucho más marcadas: torus frontal muy desarrollado y recto, el hueso occipital es más angulado y tiene un torus occipital muy marcado, mayor grosor de las paredes del cráneo y de los huesos del esqueleto, bóveda craneal baja. Para los autores que opinan que *Homo erectus* nunca vivió fuera de Asia y su distribución se restringe a ese continente, todos los fósiles africanos antes atribuidos a *Homo erectus* (excepto el cráneo OH 9) son ahora asignados a *Homo ergaster*, y los fósiles europeos son asignados a la especie *Homo heidelbergensis*. Otros científicos identifican caracteres de *Homo erectus* en fósiles africanos y europeos, como en los cráneos OH 9 (Tanzania) y Ceprano (Italia), pero en muchos de los casos pueden ser características primitivas.

Los fósiles humanos de Asia asignados a *Homo erectus* proceden principalmente de China y de la isla de Java. Aunque todos pueden considerarse miembros de la misma especie, por razones históricas y para diferenciar ambos grupos, se puede seguir denominando Pitecántropos a los fósiles de *Homo erectus* procedentes de Java, y Sinántropos a los fósiles hallados en China.

3.2.1 Los Pitecántropos de Java

En la isla de Java se han encontrado numerosos yacimientos con fósiles de *Homo erectus*, pero muy pocos de ellos han proporcionado industrias líticas. Los humanos poblaron esta isla sin necesidad de navegar, porque en épocas frías, cuando desciende el nivel del mar, Java queda unida al continente. Los yacimientos más importantes de Java son Trinil, Sangiran, Modjokerto, Sambungmacan, Ngebung y Ngandong.



Figura 5.2.1 Mapa con los principales yacimientos de la isla de Java con fósiles humanos.

Para situar cronológicamente los hallazgos es necesario conocer previamente la **estratigrafía** de la Isla de Java, que puede dividirse en cuatro formaciones geológicas:

- Kalibeng (más de 1,8 millones de años).
- Pucangan (entre 1,8 y 0,78 millones de años).
- Kabuh (entre 780.000 y 250.000 años).
- Notopuro (menos de 250.000 años y **Pleistoceno superior**).

El límite entre el **Pleistoceno** medio e Inferior (que coincide con el evento paleomagnético **Matuyama-Brunhes**) se localiza entre las formaciones Pucangan (Pleistoceno inferior) y Kabul (Pleistoceno medio), donde aparece una discontinuidad estratigráfica denominada Grenzbank.

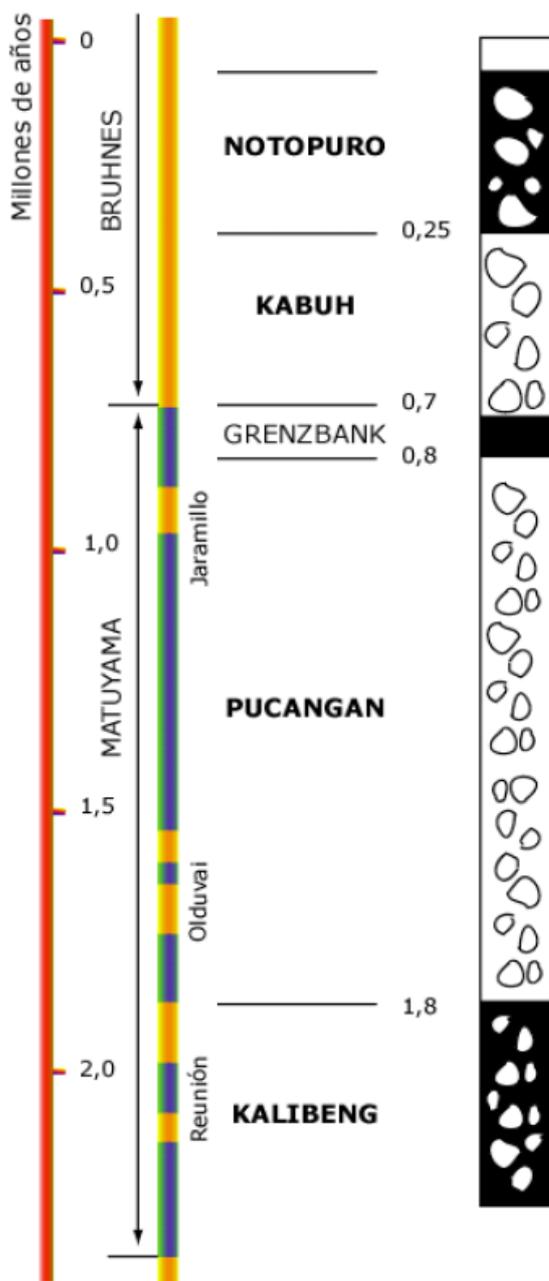


Figura 5.2.2 **Estratigrafía** de la Isla de Java según F. Semah.

3.2.1.1 Trinil

Este yacimiento en los depósitos fluviales del río Solo (Formación Kabuh) fue excavado por Eugène Dubois a finales del siglo pasado. En este yacimiento encontró la **calota** de Trinil 2, más conocida con el nombre de Pitecántropo I, y un fémur que tienen alrededor de 500.000 años de antigüedad. El cráneo Trinil tienen un perfil muy bajo, con un frontal muy huidizo y un **torus** supraorbitario relativamente poco marcado. Su capacidad craneal se estima en 900 cc y la gracilidad de las superestructuras permiten atribuir este individuo al sexo femenino. A partir del fémur de Trinil se puede estimar su estatura en torno a 1,70 m, y, aunque debido a una patología presenta una excrescencia ósea en la mitad **proximal** de la **diáfisis**, su morfología es muy similar a la de los humanos actuales.

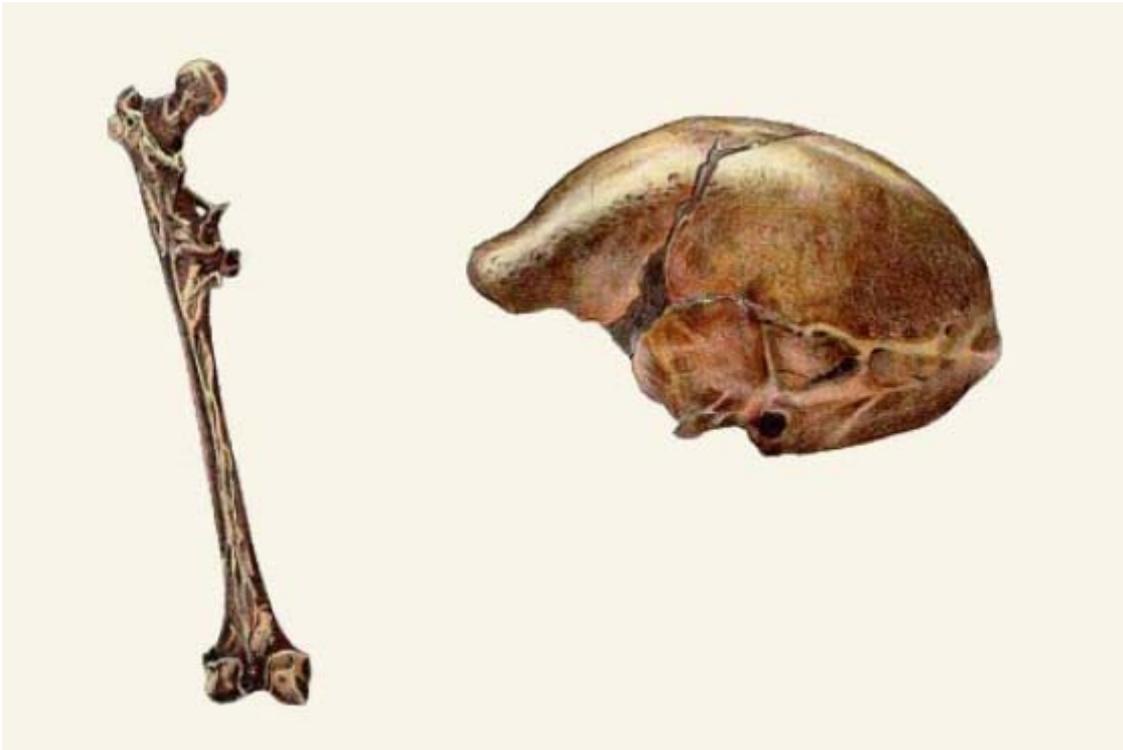


Figura 5.2.3 **Calota** y fémur de Trinil hallados por Dubois a finales del siglo pasado en Java.

Fue la morfología primitiva del cráneo y el aspecto moderno del fémur lo que condujo a Dubois a nombrar una nueva **especie** fósil, el *Pithecanthropus erectus* (Hombre-simio erecto).

3.2.1.2 Sangiran

El domo de Sangiran contiene una de las secuencias estratigráficas más completas de Java. Los fósiles proceden de niveles que cubren un periodo entre 1,8 millones de años y 115.000 años. En 1969 se descubrió en la Formación Kabuh el cráneo Sangiran 17, el más completo de todos los que proceden de Java anteriores al Pleistoceno superior. Es el único cráneo que conserva el esqueleto de la cara, en él se observa una cara muy ancha y bastante plana, que parece una versión robusta de la morfología que presentan los fósiles KNM-ER 3733 y WT 15000, ambos asignados a *Homo ergaster*. Tiene una antigüedad de unos 500.000 años, y junto a él no apareció ningún útil de industria lítica. Se le estima una capacidad craneal de 1000 cc. Presenta todas las características morfológicas de los *Homo erectus* asiáticos: cráneo alargado, bajo y con la base del cráneo ancha, frontal bajo con un torus supraorbitario muy marcado, occipital angulado con torus occipital.

De la Formación Grenzbank de Sangiran procede una mandíbula muy robusta que ha sido asignada a un nuevo género de homínido, *Meganthropus*, pero, a pesar de su gran tamaño podría pertenecer a un *Homo erectus*.

En 1979 se descubrió en los niveles de la Formación Pucangan el fragmento de cráneo Sangiran 31. Se trata de la parte posterior de un cráneo que presenta unas paredes muy gruesas y un torus occipital muy marcado. Este fósil junto con el cráneo Sangiran 4 son los fósiles más antiguos de Java con alrededor de 1,1 millones de años, y ambos proceden de los niveles intermedios de la Formación Pucangan.

La cronología de los niveles de Sangiran ha sido recientemente revisada y Carl Swisher y Garniss Curtis han obtenido nuevas fechas por Argón³⁹/Argón⁴⁰ en muestras volcánicas. Estos autores atribuyen edades de 1,4 millones de años para los homínidos más antiguos de Sangiran, sin embargo existen dudas sobre las fechas, ya que la datación no se ha obtenido directamente sobre los fósiles o sobre alguna capa estratigráfica continua que se relacione con los fósiles, sino sobre bloques de *toba volcánica* que se encuentran dentro de los niveles donde aparecen los fósiles humanos, pero que podrían derivar de sedimentos más antiguos

3.2.1.3 Modjokerto

El cráneo de un individuo infantil de unos 3 a 5 años fue descubierto en 1936 en unos niveles del Pleistoceno inferior o Medio en el área de Perning. Aunque sabemos que se halló en la Formación Pucangan desconocemos su procedencia estratigráfica exacta, y por lo tanto su datación es muy imprecisa y se sitúa entre 1,9 millones de años y 700.000 años. Algunos autores incluso opinan que podría proceder de niveles del Pleistoceno medio. Tiene una capacidad craneal de unos 700 cc, y hubiera alcanzado una capacidad de 1000 cc a llegar a la edad adulta. A pesar de hallarse en un estado muy temprano de su desarrollo ya presenta alguna de las características de *Homo erectus*, como un torus supraorbitario incipiente.

3.2.1.4 Sambungmacnan

Este yacimiento se encuentra en la Formación Notopuro y tiene una edad de alrededor de 200.000 años, y en él se encontró en 1973 una [calota](#) humana asociada a dos restos de industria lítica. Tiene una capacidad craneal estimada en torno a 1200 cc. Su morfología parece intermedia entre los especímenes de Sangiran y Trinil y los cráneos de Ngandong.

3.2.1.5 Ngebung

En la mayor parte de yacimientos de la isla de Java no aparece industria lítica. Sin embargo en Ngebung junto a un diente humano ha aparecido recientemente un conjunto de industria lítica muy rico y numerosos restos de fauna, dentro de la Formación estratigráfica fluvial de Kabuh. Los útiles están muy poco elaborados y corresponden al [Modo Técnico 1](#).

3.2.1.6 Ngandong

Los *Homo erectus* más recientes descubiertos en Java proceden del yacimiento de Ngandong, situado en una terraza aluvial del río Solo, en la Formación Notopuro, únicamente a 20 metros por encima del lecho actual del río. En 1931 se descubrieron en él una serie de 11 [calotas](#) y dos tibias, pero sin utensilios [líticos](#) asociados. Estos cráneos tienen las superestructuras muy marcadas y sus bóvedas craneales son ligeramente más altas que los de Sangiran, y por lo tanto tienen capacidades craneales ligeramente mayores, con una media de 1150 cc.

Los estudios bioestratigráficos, nos indican que con toda seguridad los fósiles de Ngandong pertenecen al [Pleistoceno](#) superior, aunque recientemente se ha publicado que estos fósiles pueden tener una antigüedad de menos de 50.000 años, e incluso que podrían tener tan sólo unos 27.000 años.

Algunos autores interpretan los fósiles de Ngandong como formas intermedias entre *Homo erectus* y *Homo sapiens*. Pero la morfología parece corresponder a un [estadio](#) evolutivo final del *Homo erectus*, donde se aprecia cierta expansión de la capacidad craneal (entre 1035 cc y 1225 cc).



Figura 5.2.4 **Calvaria** de Ngandong Solo 11 (Java).

3.2.2 Los Sinántropos de China

Los fósiles humanos más antiguos de China son un fragmento de mandíbula con dos dientes, un incisivo y dos piezas de industria lítica procedentes de la cueva de Longgupo (Sichuan) en el sur de la China, datados en alrededor de 1,8 millones de años. Pero, existen dudas sobre la asignación taxonómica del fragmento de mandíbula y sobre la procedencia estratigráfica del resto de fósiles.

Existen otros yacimientos chinos a los que se asigna una edad superior al millón de años, con restos de industria lítica o fósiles muy fragmentarios, pero en todos ellos las dataciones son muy problemáticas (entre otros Yuanmou, Xihoudou y Donggutuo).

En el yacimiento de Gongwangling se descubrió un cráneo (Lantian 2) que tiene una antigüedad de alrededor de un millón de años. Tiene una capacidad craneal de tan solo 780 cc y presenta la morfología de todos los *Homo erectus*: superestructuras muy marcadas, gran espesor del cráneo, bóveda craneal alargada y baja. La mandíbula de Chenjiawo (Lantian 1) ha sido datada en medio millón de años, y es muy similar a las encontradas en Zhoukoudian.

3.2.2.1 Zhoukoudian

Los restos fósiles se vendían y siguen vendiéndose en las farmacias chinas como medicinas bajo el nombre de "dientes de dragon". Siguiendo la procedencia de un diente de homínido que procedía de una cantera de caliza se encontró el yacimiento de Zhoukoudian, a 40 kilómetros al sudoeste de Pekín. Entre 1921 y 1937, en el periodo entre las dos guerras mundiales, fueron descubiertos una magnífica colección de cerca de 40 individuos en Zhoukoudian, entre ellos 5 calvarias, numerosos dientes y restos del esqueleto postcraneal. Todo este conjunto de fósiles desapareció en 1941, en plena Segunda Guerra Mundial, en unas circunstancias todavía por esclarecer, cuando eran enviados desde Pekín a Estados Unidos. Afortunadamente, Franz Weidenreich había realizado un magnífico estudio con fotografías, radiografías y réplicas de los fósiles. En excavaciones más recientes se han encontrado nuevos restos humanos, que en algún caso, han encajado con las réplicas de los fósiles desaparecidos.

La **estratigrafía** de esta cueva abarca un periodo desde hace 600.000 años a 230.000 años, y los fósiles humanos podrían tener entre 550.000 años y 300.000 años. Junto a los restos se han encontrado numerosos restos de industria lítica que se asignan al **Modo Técnico 1**, porque faltan los bifaces. La cueva fue ocupada por los humanos durante un largo periodo de forma intermitente, con intervalos de ocupación por parte de las hienas. En la estratigrafía se observa un grueso depósito de cenizas, que muy probablemente se deben a los fuegos de estos humanos, aunque algunos opinan que proceden de fuegos naturales o que son depósitos de materia orgánica.

Los cráneos de Zhoukoudian son alargados, bajos, con la máxima anchura craneala nivel de los huesos temporales, el hueso occipital es muy angulado, el **torus** frontal y occipital muy marcado, las paredes del cráneo y de los huesos de las extremidades son gruesas y el frontal es bajo y huidizo. Las capacidades craneales varían entre 915 cc y 1225 cc.



Figura 5.2.5 Sinántropo III de Zhoukoudian (China).

Inicialmente, los fósiles de Zhoukoudian fueron asignados a la **especie** *Sinanthropus pekinensis*, pero el estudio profundo y ejemplar realizado por el antropólogo alemán Franz Weidenreich mostró la gran semejanza que tenían con los fósiles de Java y los agrupó a todos ellos en la especie *Homo erectus*.

3.2.2.2 Los *Homo erectus* evolucionados

Existen una serie de cráneos que datan de la última parte del Pleistoceno medio de Asia que presentan mayores capacidades craneales y una morfología más evolucionada. Entre estos fósiles los más completos son:

- Yuxian (China): Este yacimiento datado en torno a los 300.000 años ha proporcionado dos cráneos, que aunque muy deformados parecen corresponder a *Homo erectus*.
- Hexian (China): Esta calota datada en alrededor de 200.000 años tiene una capacidad de unos 1250 cc. En general presenta la morfología típica de los *Homo erectus*, pero tiene una escama temporal alta.
- Dali (China): Este cráneo, con una antigüedad de 200.000 años, fue hallado asociado a numerosos restos de industria lítica y fauna. Es uno de los fósiles más completos, porque conserva el esqueleto facial, el cual es muy poco prognato y tiene mucha semejanza con la cara de los humanos modernos. Tiene una capacidad craneal de 1150 cc y muestra una bóveda craneal más alta que los Sinántropos de Zhoukoudian. Presenta algunas características primitivas de *Homo erectus* combinadas con rasgos modernos.
- Jinniushan (China): De este yacimiento procede el único esqueleto parcial hallado en Asia, y por lo tanto tiene muchísima importancia para conocer la forma y estructura corporal de este grupo humano. Sin embargo, hasta la fecha de su estudio solo se han publicado resultados muy preliminares. Karen Rosenberg y su equipo atribuye una gran anchura a la pelvis femenina de Jinniushan y estiman la estatura del individuo en unos 168 cm y su peso en alrededor de 78 kg. Estos autores piensan que esta gran anchura de la pelvis y su forma corporal robusta se deben a las adaptaciones de estos humanos a climas fríos. Esta pelvis, aunque mucho peor conservada, tiene la misma antigüedad que la pelvis de la Sima de los Huesos (SH) de Atapuerca. La Pelvis de SH también muestra una gran anchura y por lo tanto correspondería con una estructura corporal muy robusta. Según el equipo de J.L. Arsuaga la forma de la pelvis de la Sima de los Huesos y de Jinniushan y por lo tanto sus estructuras corporales no se deben a adaptaciones climáticas, sino que es la morfología primitiva presente desde los primeros homínidos, y que sólo la especie *Homo sapiens* tiene una pelvis estrecha y una forma del cuerpo de tipo grácil.
- Narmada (India): El yacimiento de Hathnora se encuentra en el valle del río Narmada. El cráneo ha sido datado en torno a los 200.000 años y es muy similar al fósil de Dali. Presenta un mosaico de caracteres de *Homo erectus* y *Homo sapiens*, con una bóveda craneal más elevada y las superestructuras menos marcadas.



Figura 5.2.6 Mapa con los principales yacimientos de China con fósiles humanos.

La posición filogenética de estos fósiles de finales del **Pleistoceno** medio de Asia todavía no está clara:

1. Para algunos tendrían una posición intermedia entre *Homo erectus* y *Homo sapiens*, y utilizan el apelativo de *Homo sapiens* arcaico;
2. serían poblaciones procedentes de África relacionadas con Broken Hill, Bodo o Ndotu que habrían reemplazado en el continente asiático a los *Homo erectus*, tal vez cruzándose con ellos;
3. quizás son el **estadio** evolutivo final de los *Homo erectus* antes de su extinción y que sean sustituidos por los *Homo sapiens*.

3.3 La evolución de *Homo erectus*

El final de *Homo erectus* en Asia es similar al final de las poblaciones de neandertales en Europa y coincide con la expansión de los humanos modernos. Hace alrededor de unos 50.000 años ya encontramos fósiles de nuestra especie en Australia, donde aparecen asociados con industria del Modo 3. Por lo tanto la expansión de *Homo sapiens* podría haber ocurrido antes en Asia que en Europa.

Para algunos autores los australianos y las poblaciones asiáticas tienen características de los *Homo erectus* y habrían evolucionado a partir de éstos o por hibridación con los *Homo sapiens* recién llegados. Sin embargo, los cráneos de los australianos de tipo robusto se parecen a los primeros representantes de *Homo sapiens* hallados en Skhul, que muestran un gran desarrollo del torus supraorbitario.

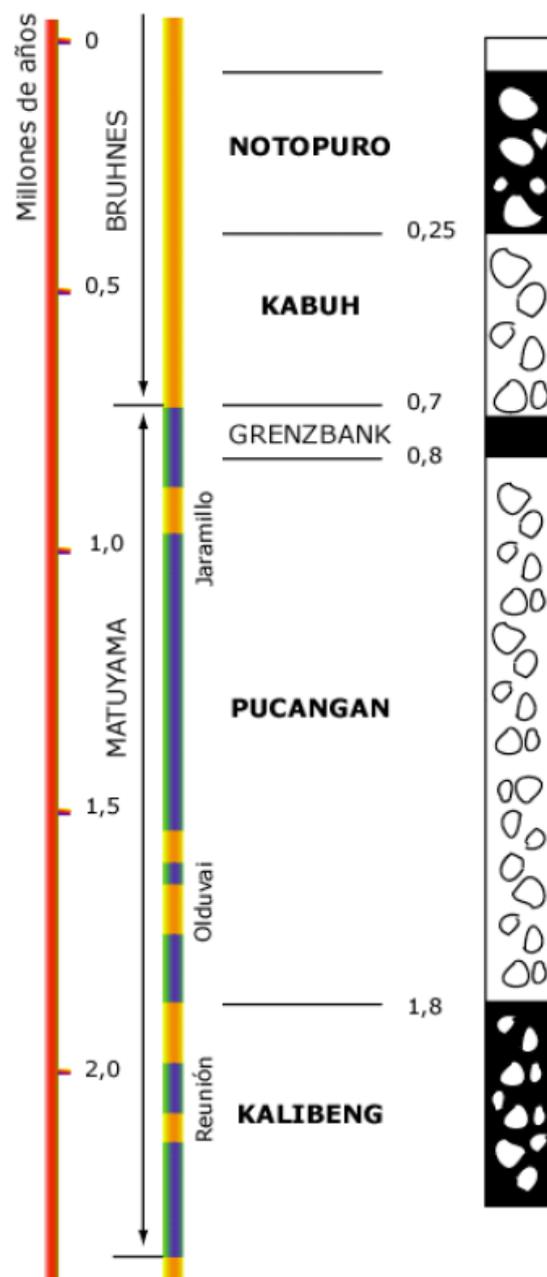
Como hemos visto anteriormente, los fósiles de Ngandong pertenecen al Pleistoceno superior, por lo tanto, son contemporáneos de los neandertales en Europa y de los humanos modernos de África y Palestina. Mas aún, las dataciones recientes del equipo de Carl Swisher por series de uranio y ESR, en dientes de bóvidos que proceden de los niveles donde se encontraron los fósiles humanos, arrojan fechas de entre 54.000 y 27.000 años. Si se confirman estas fechas los últimos *Homo erectus* habrían sobrevivido como una especie relictas cuando el hombre moderno poblaba toda Asia y Australia.

Tras la salida de África de los humanos parece producirse un aislamiento en los tres continentes del Viejo Mundo y una evolución en diferentes direcciones en cada uno de los tres continentes que desembocará en la aparición de tres especies distintas en el Pleistoceno superior: en Europa se desarrollan los neandertales, en Asia los *Homo erectus* y en África aparece el *Homo sapiens*.

4. Actividades a desarrollar

Utilizando la Figura 2 de esta Unidad Didáctica situar todos los yacimientos y fósiles de la isla de Java citados dentro del texto en la columna estratigráfica. En todos ellos se menciona su procedencia estratigráfica y gracias a la escala cronológica situada a la izquierda de la figura podemos saber la antigüedad de los fósiles de Java.

Figura 5.2.2 **Estratigrafía** de la Isla de Java según F. Semah.



5. Autoevaluación

1) ¿Cuándo se descubre el primer fósil de *Homo erectus*?

- a) a principios del siglo XX
- b) En 1858
- c) En 1891
- d) Ninguna de las anteriores

2) ¿De qué yacimiento procede el primer fósil de *Homo erectus* hallado por Eugène Dubois?

- a) Sangiran
- b) Trinil
- c) Ngandong
- d) Zhoukoudian

3) ¿Qué denominación reciben los fósiles de *Homo erectus* hallados en Zhoukoudian?

- a) Sinántropos
- b) Pitecántropos
- c) Arcantropinos

4) ¿Qué edad de muerte se atribuye a la calvaria de Modjokerto?

- a) 10-11 años
- b) Adulto
- c) Juvenil
- d) 3-5 años

5) ¿Qué antigüedad tienen los cráneos de Ngandong?

- a) Pleistoceno medio
- b) 400.000 años
- c) 160.000-120.000 años
- d) 50.000-30.000 años

6) Marca las características más destacadas de *Homo erectus*:

- a) Prognatismo facial
- b) Frente baja y huidiza
- c) Máxima anchura del cráneo en los parietales
- d) Occipital poco angulado
- e) Torus frontal recto y grueso
- f) Cráneo con perfil redondeado
- g) Torus occipital grueso

7) ¿Qué científicos opinaban que el origen de la humanidad estaba en Asia?

- a) Charles R. Darwin
- b) Louis Leakey
- c) Alfred R. Wallace
- d) Eugène Dubois
- e) Raymond A. Dart

8) De entre los siguientes, ¿cuál es el fósil más antiguo de Asia oriental?

- a) Sangiran 4
- b) Ngandong
- c) Sangiran 17
- d) Trinil
- e) Zhoukoudian
- f) Gongwaling

9) ¿En qué yacimiento asiático se ha encontrado un esqueleto parcial?

- a) Zhoukoudian
- b) Jinniushan
- c) Sangiran
- d) Ngandong
- e) Lantian

10) ¿Qué antigüedad tienen las evidencias más firmes de presencia humana fuera de África?

- a) 1 millón de años
- b) 1,5 millones de años
- c) 1,8 millones de años
- d) Ninguna de las anteriores

11) ¿A qué Modo Técnico corresponde la industria lítica de Zhoukoudian?

- a) Modo Técnico 1
- b) Modo Técnico 2
- c) Modo Técnico 3
- d) Modo Técnico 4

12) Aunque existen dataciones para los fósiles más antiguos de Sangiran con cerca de 1,5 millones de años ¿Porqué tenemos dudas sobre estas dataciones?

- a) Por desconocer la procedencia exacta de los fósiles.
- b) Porque la técnica empleada no es la adecuada en materiales de origen volcánico.
- c) Porque la muestra podría no tener la misma antigüedad que los fósiles humanos.

13) ¿Cómo llegaron los humanos a la isla de Sangiran hace alrededor de 1 millón de años?

- a) Utilizando la navegación
- b) Utilizando balsas de tipo natural
- c) Gracias a un descenso del nivel del mar

14) Tras la primera salida de los humanos de África ¿Qué continente fue poblado en primer lugar?

- a) Asia
- b) No disponemos de registro fósil suficiente
- c) Europa
- d) ambos continentes casi simultáneamente

15) ¿A qué Modo Técnico se asignan las industrias líticas de la isla de Java?

- a) No se ha encontrado industria lítica
- b) Modo Técnico 1
- c) Modo Técnico 2
- d) No se puede afirmar con seguridad

6. Soluciones

- 1) **¿Cuándo se descubre el primer fósil de *Homo erectus*?**
c) En 1891
- 2) **¿De qué yacimiento procede el primer fósil de *Homo erectus* hallado por Eugène Dubois?**
b) Trinil
- 3) **¿Qué denominación reciben los fósiles de *Homo erectus* hallados en Zhoukoudian?**
a) Sinántropos
- 4) **¿Qué edad de muerte se atribuye a la calvaria de Modjokerto?**
d) 3-5 años
- 5) **¿Qué antigüedad tienen los cráneos de Ngandong?**
d) 50.000-30.000 años
- 6) **Marca las características más destacadas de *Homo erectus*:**
a) Prognatismo facial
e) Torus frontal recto y grueso
g) Torus occipital grueso
- 7) **¿Qué científicos opinaban que el origen de la humanidad estaba en Asia?**
c) Alfred R. Wallace
d) Eugène Dubois
- 8) **De entre los siguientes, ¿cuál es el fósil más antiguo de Asia oriental?**
a) Sangiran 4
b) Ngandong
c) Sangiran 17
d) Trinil
e) Zhoukoudian
f) Gongwaling
- 9) **¿En qué yacimiento asiático se ha encontrado un esqueleto parcial?**
b) Jinniushan
- 10) **¿Qué antigüedad tienen las evidencias más firmes de presencia humana fuera de África?**
a) 1 millón de años
- 11) **¿A qué Modo Técnico corresponde la industria lítica de Zhoukoudian?**
a) Modo Técnico 1

12) Aunque existen dataciones para los fósiles más antiguos de Sangiran con cerca de 1,5 millones de años ¿Porqué tenemos dudas sobre estas dataciones?

c) Porque la muestra podría no tener la misma antigüedad que los fósiles humanos.

13) ¿Cómo llegaron los humanos a la isla de Sangiran hace alrededor de 1 millón de años?

c) Gracias a un descenso del nivel del mar

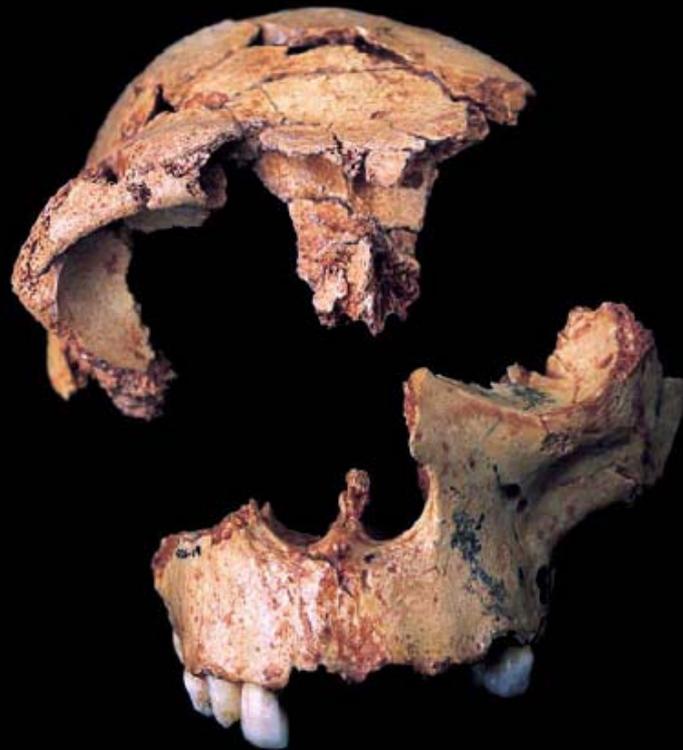
14) Tras la primera salida de los humanos de África ¿Qué continente fue poblado en primer lugar?

a) Asia

15) ¿A qué Modo Técnico se asignan las industrias líticas de la isla de Java?

b) Modo Técnico 1

Unidad 3, Los poblamientos de Europa



Homo antecessor, Sierra de Atapuerca

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Los primeros pasos fuera de África
- 3.2 Las puertas de Europa
- 3.3 Antecedentes de los primeros europeos: la cronología corta y la cronología larga
- 3.4 El momento de la partida: contexto ecológico
- 3.5 Las primeras ocupaciones humanas europeas hace un millón de años
- 3.6 Europa y sus primeros pobladores: *Homo antecessor*
 - 3.6.1 Rasgos anatómicos que definen a *Homo antecessor*
 - 3.6.2 La vida de *Homo antecessor*
- 3.7 La colonización y dispersión de los humanos en Europa
- 3.8 La humanidad europea: los neandertales
 - 3.8.1 Aspecto físico y modo de vida
- 3.9 África: la cuna de nuestra especie y el segundo poblamiento

4. Actividades

5. Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

Para el estudio de esta unidad no son necesarios conocimientos previos. Esta unidad se complementa con la unidad 5 "Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca" incluida en este mismo módulo.

1.2 Objetivos didácticos

Esta unidad se centra en la salida de África hacia Europa de los primeros humanos, así como de su dispersión por todo el continente, es decir del poblamiento de Europa. Dicho así resulta inexacto ya que en realidad fueron dos los poblamientos del continente por diferentes grupos humanos pioneros.

El primero tuvo lugar hace entre 1,5 y 0,9 millones de años y el segundo hace alrededor de 80.000 años. Aquí se pretende dar a conocer los descubrimientos y las teorías de la primera colonización de Europa por parte de los primeros **homínidos** hace algo más de un millón de años. En ese mismo periodo, parece que varias **especies** de animales colonizaron Europa desde Asia y África. El viejo continente debió de atravesar un momento más cálido y húmedo que favoreciera la entrada y expansión de estos animales y quizá esta misma razón sea aplicable al primer poblamiento humano de Europa. También se pretende introducir la segunda ola migratoria de humanos en Europa. Esta segunda y última colonización europea será tratada en mayor extensión en el módulo 6 dedicado a las humanidades modernas.

Se pretende que el profesor conozca los primeros pasos evolutivos de estos humanos, su cultura, su tecnología, su distribución geográfica, su hábitat y la cronología de los yacimientos.

1.3 Lecturas recomendadas

La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana (1998). Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez, pp: 342. Editorial Temas de Hoy: Madrid.

Los primeros pobladores de Europa: Últimos descubrimientos y debate actual (1998). E. Carbonell, J.M. Bermúdez de Castro, J.L Arsuaga & X.P. Rodríguez (Eds.), pp. 221. Editado por Caja de Burgos y Diario de Burgos: Burgos.

Hacia el ser humano. La singularidad del hombre y la evolución (1999). Ian Tattersall, pp: 285. Ediciones Península: Barcelona.

A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca: possible ancestor to Neandertals and modern humans (1997). Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I. & Mosquera, M. Science 276, 1392-1395.

2. Resumen del tema

En un momento de nuestra evolución, la humanidad afrontó el enorme reto adaptativo de abandonar su cuna africana para poblar Asia y Europa. Los **homínidos** se hicieron más grandes y sus cerebros aumentaron correlativamente de tamaño. Existen diversos argumentos que relacionan la salida de África de estos humanos con un cambio climático. También debido a limitaciones ambientales, algunos científicos creen que hasta hace medio millón de años, la expansión humana sólo se produjo en las áreas más meridionales de Europa, permaneciendo el norte de Europa despoblado debido a los fríos intensos y escasez de recursos como resultado de los periodos glaciares.

Esta etapa concluyó con la aparición de nuestra **especie** (*Homo sapiens*) y de los neandertales (*Homo neanderthalensis*). Los neandertales y nosotros formamos dos humanidades diferentes, aunque muy similares en muchos puntos. A lo largo de la última parte de nuestra historia evolutiva ambas especies se desarrollaron en sus diferentes continentes. El antepasado común a ambas líneas humanas que daría lugar, por un lado en Europa a los neandertales por otro en África a nosotros, lo encontramos en la Sierra de Atapuerca, en el nivel 6 de la Gran Dolina, con una antigüedad de alrededor de 800.000 años y ha sido bautizado por sus descubridores como *Homo antecessor*. El estudio de los fósiles humanos de TD6 ha revelado un interesante mosaico de rasgos, algunos muy primitivos y otros sorprendentemente modernos. Esta combinación es única en el registro fósil humano.

No muy lejos de España, en Ceprano cerca de Roma, el descubrimiento de una **calvaria** cuyos rasgos dicen que se asemejan a los de *Homo erectus*, ha añadido más intriga a la emocionante historia del primer poblamiento europeo. La edad de este fósil es incierta dado que carece de contexto estratigráfico, pero ciertos argumentos apuntan hacia los 700-800.000 años de antigüedad, lo que implicaría, de confirmarse esta fecha, una coexistencia de ambas especies o bien que se tratara también de *Homo antecessor*.

En cualquier caso, la edad de *Homo antecessor*, así como sus peculiares rasgos anatómicos y evolutivos, están fuera de duda y le sitúan como el primer poblador de Europa hace alrededor de 1 millón de años. En el viejo continente *Homo antecessor* comienza una marcha evolutiva que culminará cientos de miles de años más tarde en los neandertales, mientras que esta misma **especie** humana habitando en África dará lugar a una especie diferente, a nosotros.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Los primeros pasos fuera de África

Hace cerca de 1,5 millones de años, el registro fósil africano experimenta un gran vacío. Apenas conocemos un puñado de restos dispersos y fragmentarios de los seres humanos que habitaron África en ese momento. Luego, a partir de una antigüedad cercana a los 600.000 años, volvemos a disponer de documentación fósil para entrever la historia de la humanidad en este continente. Pero cerca de 900.000 años aún permanecen entre sombras. Es en este periodo, coincidiendo con dos aumentos de aridez en el clima africano (hace 1,7 y hace 1 millón de años) que parecen afectar al resto de la fauna, cuando la humanidad sale de África y se expande por Eurasia.

Los restos humanos más antiguos extra-africanos podrían ser los hallados en la isla de Java a finales del siglo pasado, concretamente en el Domo de Sangirán. Estos fósiles humanos podrían tener cerca de 1,8 millones de años, según las últimas dataciones realizadas con la técnica del Argón/Argón. No todos los investigadores aceptan estas fechas, pero la mayoría opina que la llegada de los primeros humanos a Java debió ocurrir hace más de un millón de años, posiblemente hace alrededor de 1,5 millones de años.

3.2 Las puertas de Europa

Cerca de Europa, en Dmanisi (Georgia), al sur del Cáucaso, se encontró en 1991 una mandíbula bien conservada aunque sin las ramas ascendentes. El análisis mediante la técnica K/Ar proporcionan una edad de $1,8 \pm 0,1$ millones de años en una capa de basalto (volcánica) que se sitúa por debajo del nivel de donde procede la mandíbula. La polaridad paleomagnética de ambos niveles es normal. Los paleontólogos que estudian la fauna asociada y el tipo de industria recuperada confirman una edad de finales del Plioceno, dentro del evento paleomagnético Olduvai (entre hace 1,95 y 1,77 millones de años). El tipo de herramientas de piedra recuperadas en el mismo nivel que el fósil humano es **Olduvayense** (clasificado dentro del Modo 1 y se muestra en la figura 5.3.1).



Figura 5.3.1 Artefacto tallado en piedra **Olduvayense** (modo técnico 1) procedente del yacimiento de Dmanisi (Georgia)

La presencia de *Meganthereon cultridens* (félido dientes de sable que no sobrevive al evento paleomagnético **Jaramillo** situado entre 0,99 y 1,77 millones de años) parece confirmar también bastante antigüedad. Sus descubridores defienden que los rasgos de la mandíbula son muy primitivos y por tanto acorde a esa cronología mientras que otros sugieren una edad más reciente según ciertos rasgos dentales y mandibulares. De cualquier manera ambas posturas coinciden en atribuirle a *Homo erectus*. Sin embargo una tercera opinión señala su afinidad a *Homo ergaster*. (ver figura 5.3.2)

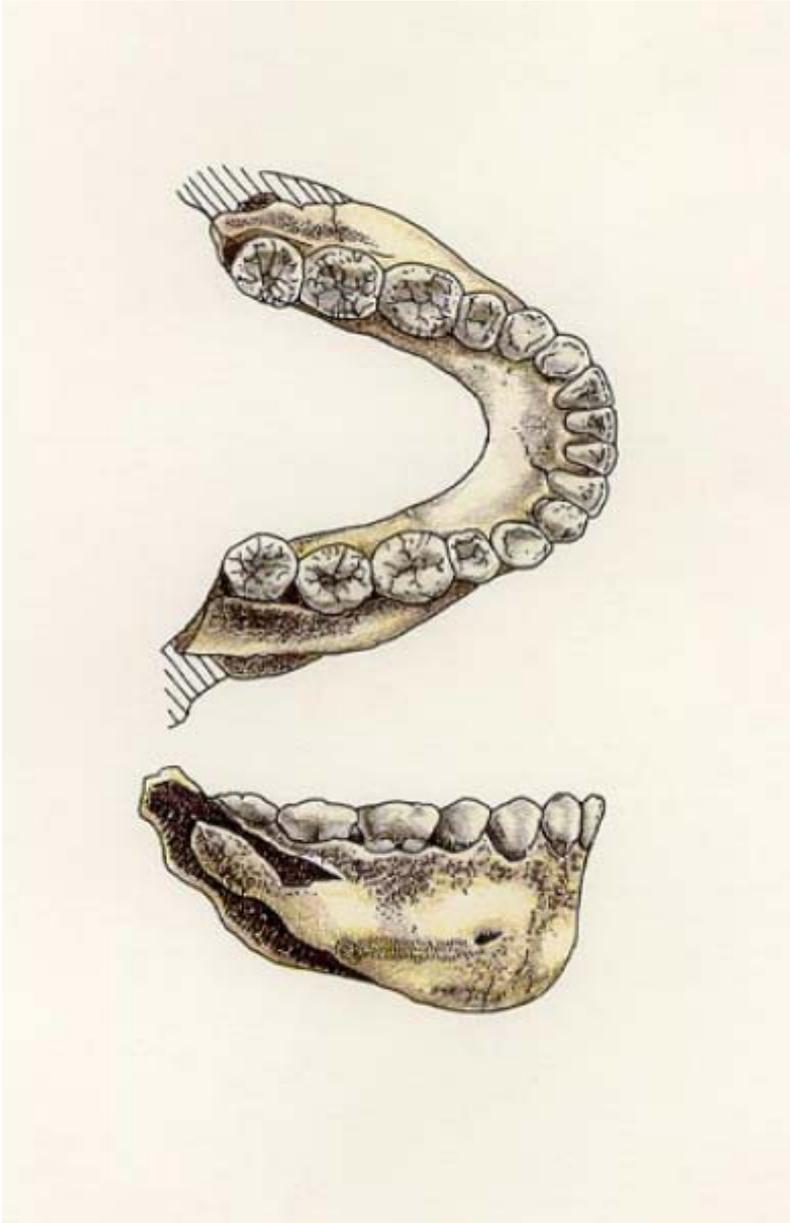


Figura 5.3.2

Mandíbula humana procedente del yacimiento del **Pleistoceno** inferior de Dmanisi (Georgia). Algunos autores opinan que se trata de *Homo erectus* mientras que otros la atribuyen a *Homo ergaster*.

Este yacimiento está en curso de excavación y en la campaña de excavación de 1999 han aparecido dos cráneos bastante completos. Como es lógico, aún se desconoce la opinión científica de estos importantes hallazgos, que aún no han "salido a la luz" pero son muchas las expectativas creadas en torno a ellos dada la antigüedad y la ubicación geográfica de este yacimiento. Aunque no se puede extraer mucha información de una mandíbula, lo que si está claro a partir de este hallazgo, es que la humanidad estuvo a las puertas de Europa muy pronto, hace más de 1 millón de años.

El yacimiento israelí de Ubeidiya se encuentra en el Próximo Oriente (en el valle del Jordán) y cuenta con útiles **líticos** como percutores, picos y bifaces. La extensa asociación de mamíferos hallada en estos depósitos lacustres sugiere un clima relativamente frío entre hace 1,5 y 1 millón de años aproximadamente. Los bifaces de Ubeidiya se comparan con los achelenses del nivel "Bed II" de la garganta de Olduvai y son considerados los más antiguos de Eurasia, que probablemente fueron usados por el *Homo ergaster*. También este yacimiento tiene escasos y fragmentarios fósiles humanos de muy difícil asignación taxonómica.



Figura 5.3.3 En este mapa se indica la posición geográfica de los yacimientos con fósiles humanos más antiguos de Europa (TD6 en la Sierra de Atapuerca y Ceprano en Italia) además de los más próximos geográficamente al continente (Dmanisi en el Cáucaso y Ubeidiya en Israel). Además se sugiere una ruta de entrada a Europa de estos primeros **homínidos**.

3.3 Antecedentes de los primeros europeos: la cronología corta y la cronología larga

Hasta el año 1994 no se conocían fósiles humanos en nuestro continente más antiguos de medio millón de años. Una tardanza tan dilatada en ocuparlo, llevó a un grupo de científicos a proponer que el nuestro, era un continente especialmente hostil para los humanos (debido a sus peculiaridades geográficas y climáticas), y que éstos no estuvieron en condiciones de habitarlo hasta una época relativamente reciente de nuestra historia. Esta teoría de una tardía ocupación humana en Europa, llevó a que la Fundación de la Ciencia Europea (European Science Foundation) convocara una reunión en noviembre de 1993 para examinar los argumentos de la primera ocupación humana en Europa. Los puntos fuertes de la discusión fueron:

1. Evolución de los arvicólidos (ratas de agua) en el **Pleistoceno** europeo. Estos roedores funcionan como un reloj biológico marcando la transición evolutiva desde la **especie** *Mimomys savini* hacia *Arvicola cantianus* (situada cronológicamente hace alrededor de 500.000 años).
2. La dudosa evidencia de ocupación humana de Le Vallonnet y Soleihac (Francia), Orce y Cueva Victoria (España), Monte Poggiolo y Monte Peglia (Italia), Kärlich A (Alemania), Korolevo (Ukrania), Sandalja I (Croacia) y Stranska Skalá (República Checa), todos con una edad de alrededor de 1 millón de años. No se acepta la existencia de fósiles humanos en ninguno de ellos y los artefactos **líticos** están sujetos a debate: en algunos yacimientos se pone en duda su procedencia estratigráfica y en otros que el utensilio sea un producto de fabricación humana (esto ha llevado a varios autores excépticos a denominarlos *Eolithiphiles* o "*Eolitos*" por considerarlos producto de procesos geológicos naturales).
3. La reciente datación de un yacimiento con abundantes evidencias arqueológicas llamado Isernia (Italia) que anteriormente se había situado en 730.000 años de antigüedad mediante paleomagnetismo, (y por tanto apoyaba una ocupación humana antigua). Ahora, tras recientes dataciones, se acepta que su antigüedad no supera los 500.000-600.000 años. Además, la asociación de especies de arvicólidos de este yacimiento apoya estos resultados paleomagnéticos.

Las conclusiones a las que se llegaron en esta cumbre internacional pusieron de acuerdo a los científicos en la idea de una cronología más bien tardía en la colonización de Europa, no muy anterior a unos 500.000 años, esta idea fué bautizada como *la hipótesis de la cronología corta*. Exactamente un año más tarde, en 1994, el hallazgo de una tibia humana asociada a industria Achelense (Modo II) en el yacimiento británico de Boxgrove ocupa la portada de la revista *Nature*. En este yacimiento, la presencia de una primitiva forma de *Arvicola cantianus* en lugar de su antepasado *Mimomys savini*, apuntaba hacia una antigüedad entre hace 524.000 y 478.000 años, momento en el cual las islas británicas estaban conectadas al continente europeo a través de un puente terrestre. Este descubrimiento reabrió el debate que parecía dar la razón a los seguidores de *la hipótesis de la cronología corta*. La tibia de Boxgrove fué considerada entonces el fósil humano más antiguo de Europa.

Sin embargo, en el mismo año, en 1994, se hallaron en la burgalesa Sierra de Atapuerca (en el yacimiento de Gran Dolina) fósiles humanos con una antigüedad cercana a los 800.000 años, demostrando que Europa fué poblada muy temprano, al igual que Asia, en el [Pleistoceno](#) inferior. A partir del descubrimiento de fósiles humanos anteriores a 500.000 años, la *hipótesis de la cronología corta* quedó relegada, aunque no del todo rechazada, ya que los investigadores que defendían la "*cronología corta*" sugieren que el sur de Europa podría haber sido colonizada hace al menos 800.000 años, pero, en el norte de Europa habría sido ocupada por primera vez hace sólo medio millón. Ecológicamente esta idea es defendible porque los recursos son más escasos, el tiempo de luz solar es menor y las condiciones de vida durante el invierno son muy severas en el norte de Europa. De cualquier manera, el Pleistoceno inferior es el tiempo de los primeros pobladores europeos.

3.4 El momento de la partida: contexto ecológico

El momento de la salida de África de los primeros humanos hacia Europa parece coincidir con inmigraciones de diversas **especies** de animales desde Asia y África (ciervo, corzo, uro, hiena manchada y jabalí). Parece lógico relacionar estas dispersiones de fauna con un cambio climático, aunque estos taxones tienen un ecosistema de amplio espectro. Durante este período Europa debió atravesar un momento más cálido y húmedo que favoreciera la entrada y expansión de estos animales. Los registros marinos paleoclimáticos demuestran que ha habido oscilaciones climáticas en África alternando entre condiciones de humedad y áridas alrededor de hace 2,8, 1,7 y 1 millón de años. Éstos momentos pudieron haber proporcionado discretas oportunidades de fragmentación ecológica y aislamiento ecológico permitiendo que las especies adaptadas a la aridez se expansionaran. Los momentos de aridez en África, en Europa se traducen en condiciones menos extremas, de manera que hace alrededor de un millón de años el viejo continente podría ofrecer un clima templado y suave a estas especies en expansión.

3.5 Las primeras ocupaciones humanas europeas hace un millón de años

Hace 6,5 millones de años (al final del Mioceno, en el periodo denominado Messiniense o Andaluza), África y Europa estuvieron en contacto en varios puntos geográficos (como por ejemplo por el estrecho de Gibraltar) debido a la desecación parcial de la cuenca mediterránea. Desde entonces no se ha producido una desecación tan crítica del mar Mediterráneo que de lugar a un puente biogeográfico entre ambos continentes, ni tan siquiera durante las glaciaciones cuando el nivel del mar llegaba a descender más de 100 m respecto del nivel actual, dado que el fondo oceánico del estrecho de Gibraltar tiene una cota mínima de unos 600 m. Este argumento hace poco probable que los humanos hayan alcanzado Europa cruzado el estrecho de Gibraltar ya que habrían tenido que recurrir a la navegación, que incluso hoy en día resulta ser una aventura peligrosa. La hipótesis más defendida es que viajaron por el extremo oriental de Europa hace como mínimo 800.000 años, ya que en la parte más occidental (en Atapuerca por ejemplo) ya estaban bien asentados en ese tiempo. Además las migraciones de animales también parecen haber seguido esa ruta en ese momento.

Los fósiles humanos de la Gran Dolina (Atapuerca) no pertenecen a la [especie *Homo erectus*](#), de la que se distinguen por numerosos rasgos de su anatomía, ni tampoco son de la especie africana *Homo ergaster*. Sus rasgos morfológicos son peculiares y exclusivos (como se explicará más adelante), y por esa razón sus descubridores consideraron necesaria la creación de una nueva especie que describiera este "nuevo" tipo humano: *Homo antecessor*. La hipótesis de sus creadores defiende que esta especie debió aparecer en África (donde existe un gran vacío de fósiles de esa edad) en un momento posterior a la salida de *Homo erectus*, es decir entre hace 1,5 y 1 millón de años. Poco después de su origen, una parte de la población de *Homo antecessor* salió de África y llegó a Europa.

No se conocen restos de *Homo antecessor* fuera del yacimiento de Atapuerca, aunque el cráneo de Ceprano es considerado un buen candidato. En cualquier caso, la propuesta de los autores que estudian los restos fósiles de esta [especie](#) es que las dos poblaciones de *Homo antecessor*, la (hipotética) africana y la europea, habrían evolucionado desde entonces por separado siguiendo caminos diferentes, dando lugar a las dos humanidades, los neandertales en Europa y nuestra propia especie en África. En el esquema filogenético de la figura 5.3.4 se observa la posición evolutiva de *Homo antecessor* respecto a otros [homínidos](#).

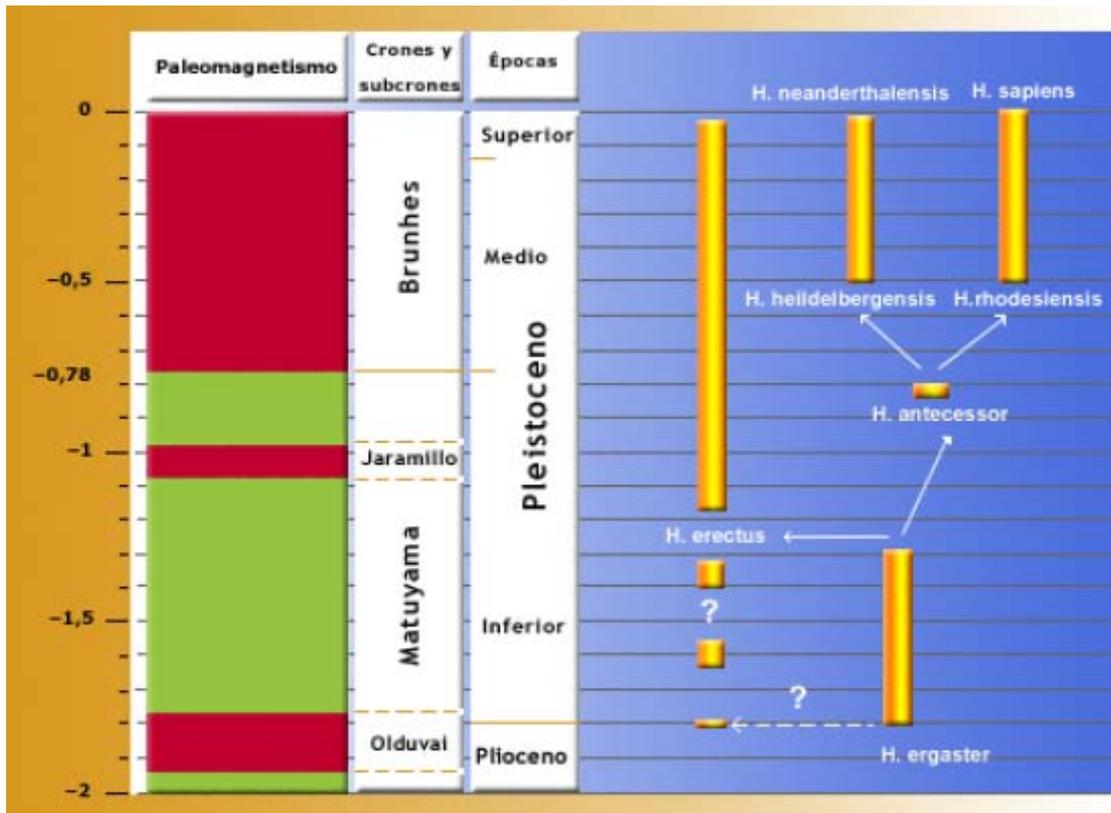


Figura 5.3.4 Esquema evolutivo para el género *Homo* a partir del momento de la salida de África y poblamiento de Eurasia.

En 1994, coincidiendo con los hallazgos de Atapuerca, se descubrió en el yacimiento italiano de *Ceprano* (situado a 70 km al sudeste de Roma) un fósil enigmático de cronología incierta, pero que podría ser contemporáneo de *Homo antecessor*. El problema de la edad de este fósil es su procedencia ya que apareció al realizar unas obras de construcción de una carretera, y por tanto su contexto estratigráfico no es evidente. En el nivel de donde parece proceder el fósil no se han realizado dataciones, pero se ha correlacionado con otro nivel que fué datado en unos 700-800.000 años de antigüedad mediante el método de K/Ar. Se trata de un neurocráneo incompleto, perteneciente a un individuo de unos 20 a 30 años de edad (según el grado de fusión de las suturas craneales) cuya morfología es similar a la de *Homo erectus*. El volumen craneal de este individuo es de 1185 cc, así que su capacidad craneal es mayor que la de los *Homo ergaster* africanos y la de los *Homo erectus* más antiguos, cuya media oscila entre 800 y 1100 cc. Posee una carena sagital y un **torus** supraorbitario robusto que son características de *Homo erectus*. Este torus, que no presenta depresión central como es habitual en *H. erectus*, va seguido de un surco que marca la separación de la escama frontal, poco convexa. Sus autores incluyen este fósil dentro de un grupo que denominan *Homo erectus* europeos.

El equipo italiano propone otra entrada diferente de los primeros pobladores de Europa desde África, a través de Sicilia, por medio de un puente que según ellos comunicaría la isla con el continente africano. Lo cierto es que esta propuesta recibe las mismas críticas que la del paso por Gibraltar, ya que la disminución del nivel del mar producto de una [glaciación](#), no habría sido suficiente para evitarles a los [homínidos](#) el cruce por el mar en ninguna de estas dos rutas.

De confirmarse la datación del cráneo de Ceprano, nos encontraríamos con que ambas [especies](#), *Homo antecessor* y este peculiar *Homo erectus*, convivieron en Europa hace poco menos de 1 millón de años. La otra hipótesis es que con un profundo estudio se concluya que *Homo antecessor* también habitó Italia. En la figura 5 se ha representado este fósil tan enigmático.



Figura 5.3.5 [Calvaria](#) humana encontrada en la localidad de Ceprano, cerca de Roma. Tanto su edad como su asignación específica son inciertas, pero podría tener una antigüedad de 800-900.000 años.

3.6 Europa y sus primeros pobladores: *Homo antecessor*

Ya conocemos el momento en el que debió producirse la salida de esta primera oleada de homínidos a Europa desde África así como la posible vía de entrada. Ahora nos centraremos en las características anatómicas por las que fue nombrada una nueva especie humana, así como en su tipo de vida.

3.6.1 Rasgos anatómicos que definen a *Homo antecessor*

Los rasgos que caracterizan los restos fósiles faciales y del neurocraneo del *Homo antecessor* procedentes del nivel 6 de La Gran Dolina son los siguientes:

1. *Mandíbula*: El fragmento mandibular ATD6-5 de un adolescente, parece ser menos robusto que en *Homo ergaster*. Los rasgos que definen la mandíbula tienen un patrón de tamaño y forma intermedio entre dos grupos de *Homo*, los "primitivos" y los "evolucionados". Los primeros incluyen a los africanos y asiáticos del Pleistoceno inferior con mandíbulas robustas. Los segundos son los neandertales y cromañones con mandíbulas más gráciles. Otro rasgo interesante de la mandíbula es la posición del surco milohioideo (por el que discurre el nervio milohioideo que se ocupa de la inervación de las regiones de la cara). En *Homo ergaster* esta posición es muy adelantada al igual que ocurre en el fósil de TD6. (Ver figura 5.3.6)

2. *Dentición*: La muestra de dientes de TD6 corresponde a un mínimo de 6 individuos. Los caninos de TD6 son grandes (especialmente el superior) que es un rasgo primitivo, pero ya se aprecia una reducción de la longitud respecto a las formas africanas de *Homo ergaster*. La reducción del tamaño de premolares y molares es una característica del género *Homo*, aunque no se fija bien esta tendencia hasta las poblaciones de *Homo ergaster* del Pleistoceno inferior y no se produce una reducción importante hasta el Pleistoceno medio y superior. Los primeros y segundos molares inferiores tienen un tamaño grande (macrodoncia) pero el tercer molar ya muestra cierta reducción. Los premolares de los homínidos de Gran Dolina tienen raíces dobles, que es un rasgo primitivo (los neandertales y humanos modernos las tienen simples). Ver figura 5.3.7.



Figura 5.3.7

El primer molar superior izquierdo de *Homo antecessor* muestra una gran robustez.

3. *Capacidad craneal*: No se ha hallado ningún cráneo completo que permita medir la capacidad craneal de estos **homínidos**, pero a partir del estudio del frontal TD6-15 se pueden calcular ciertas medidas a partir de la simetría especular (midiendo la distancia desde la terminal conservada en el lado derecho hasta el plano medio, y duplicándola). La estimación del tamaño del cerebro de TD6-15 aplicando esta técnica sugiere más de 1.000 cc. frente a los 804 cc., 850 cc. y 900 cc. de algunos *Homo ergaster*, siendo pues superior a *Homo ergaster* así como a la mayoría de los *H. erectus* asiáticos (los más primitivos).

4. *Hueso frontal*: El resto fósil de cráneo más completo de la Gran Dolina corresponde a ATD6-15 y tiene un reborde óseo sobre las órbitas (**torus supraorbitario**) con aspecto infantil. Los senos frontales están algo desarrollados y éstos aumentan de tamaño durante la adolescencia en poblaciones actuales, por tanto se creyó que murió cuando tenía unos 11 años (atendiendo a este desarrollo). Pero al estudiar un esqueleto muy completo de un niño de *Homo ergaster* (KNM-WT 15.000; ver U.D. 1 de este mismo módulo) se observó que también tenía senos frontales desarrollados. Esto indujo a pensar que tanto en los *H. ergaster* como en los *H. antecessor* de Gran Dolina, la expansión de los senos frontales se produce antes que en *Homo sapiens*. Es decir que el paso de la infancia a la adolescencia era más gradual en estos **homínidos** de lo que lo es en nosotros. Además el torus supraorbitario está bien desarrollado y claramente separado de la frente por una depresión y se estima que sería muy robusto de adulto. Otra rasgo llamativo del torus es la forma de doble arco siguiendo la forma de las órbitas, que en los fósiles de *H. erectus* de Java y China, es recto. La "visera" recta parece ser una morfología derivada, mientras que el fósil de TD6 conserva la forma primitiva. Ver figura 5.3.8

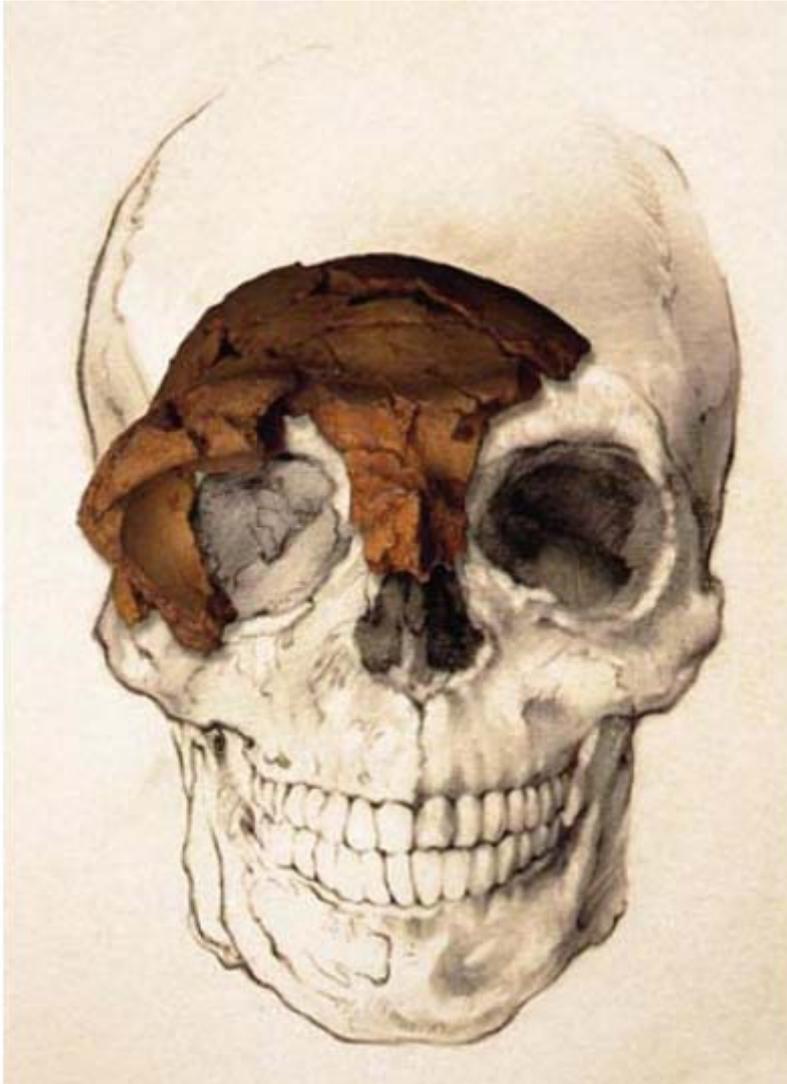


Figura 5.3.8

La región frontal que se conserva del "chico de la Dolina" es muy informativa. El reborde óseo sobre las órbitas (**torus supraorbitario**) tiene un aspecto muy infantil mientras que los senos frontales corresponden a un individuo algo más desarrollado, a un adolescente.

5. *Esqueleto facial*: Un resto del esqueleto facial muy completo recuperado en la Gran Dolina (TD6-69) presenta rasgos muy modernos. La cara humana moderna presenta una morfología característica que hasta los hallazgos de la Gran Dolina, se consideraba exclusiva de nuestra **especie**, y además de muy reciente adquisición. En las anteriores especies de *Homo* (*H. habilis*, *H. ergaster* y *H. erectus*), el esqueleto facial es muy plano. Por el contrario, nuestra cara, al igual que el fósil de la Dolina, posee unos rasgos que le proporcionan "relieves". Las placas infraorbitarias las componen los huesos maxilar y zigomático y son unas superficies óseas situadas a los lados de la abertura nasal y por debajo de las órbitas. En *Homo sapiens*, estas placas se disponen frontal o coronalmente pero nunca hacia delante, sino más bien un poco hacia abajo y así se forman unas depresiones en el maxilar (fosas caninas). De esta manera, las mejillas que tendría la cara de este humano estarían excavadas por debajo de los pómulos, y así estos últimos quedarían resaltados. La abertura nasal en *Homo sapiens* está adelantada con respecto al resto de la cara y la parte media (o nasal) de la cara sufre una ligera proyección, como en *Homo sapiens*.

En la figura 5.3.9 podemos ver la combinación de un frontal primitivo (ATD6-15) junto a una cara moderna (ATD6-69) (que podría además pertenecer al mismo individuo), es lo que hace que este "Chico de la Gran Dolina" sea considerado un representante de una **especie** diferente de las hasta ahora descritas.



Figura 5.3.9 La región frontal que se conserva del "chico de la Dolina" es muy informativa. El reborde óseo sobre las órbitas (**torus** supraorbitario) tiene un aspecto muy infantil mientras que los senos frontales corresponden a un individuo algo más desarrollado, a un adolescente.

En el momento de "verle la cara" a este fósil la idea de una reciente adquisición del modelo de "cara con relieves", como se pensaba entonces, no era tan evidente puesto que los humanos de hace 800.000 años ya la tenían. La nueva duda era por qué razón no aparecían fósiles de antigüedad intermedia. La propia Dolina nos ha proporcionado una explicación sobre este vacío de fósiles con fragmentos de otros individuos adultos que presentan un relieve facial muy atenuado. Es decir, la cara de los individuos infantiles es grácil y con relieves pero conforme se hacen adultos la cara se hace más grande y robusta, además se hincha por la expansión de los senos maxilares. De esta manera, los relieves faciales presentes en el niño se desdibujan según aumenta la robustez de toda la estructura facial, conforme el individuo crece.

3.6.2 La vida de *Homo antecessor*

Para conocer el tipo de vida de los primeros pobladores europeos, también recurrimos a la Gran Dolina, donde los restos fósiles de animales y plantas nos darán una idea de su ecosistema, pero también nos informa de una práctica poco corriente, o mejor dicho, poco corriente entre los humanos no modernos: el *canibalismo*.

El proceso habitual desde que un organismo muere, de forma natural o fruto de un acto violento por un depredador, es una cadena que comienza con el consumo de las partes blandas del individuo acompañado de desmembramiento y transporte de las diferentes partes esqueléticas. A continuación sigue la destrucción de las partes más duras (para acceder al energético tuétano) a las que solamente contados agentes tienen acceso: las hienas con la ayuda de sus poderosos premolares, o los quebrantahuesos despeñándolos desde el aire para astillar las **diáfisis** y finalmente los **homínidos** con la ayuda de utensilios **líticos**. Otros agentes como los microorganismos sapróvoros, el viento o la lluvia, terminan el trabajo de eliminación del cadáver. Tras tan larga cadena destructiva se podría pensar que es imposible que sobreviva ningún fragmento y menos aún que fosilice y llegue hasta nosotros. Puesto que no es así, hay que considerar que el conjunto de circunstancias que deben darse para que un resto llegue a fosilizar son especiales y únicas. Así ha sido en el caso de Gran Dolina, principalmente porque se trata de una cueva donde las condiciones se mantienen constantes o con mínimas alteraciones que ayudan a preservar los restos. Es habitual que las hienas, por ejemplo, transporten hasta sus cubiles en cuevas una parte de su presa (como una pata) aunque acarrear un homínido completo resulta algo increíble, y aún más seis **homínidos**. Para que se haya producido la fosilización de más de 80 restos fósiles de seis humanos de distintas edades, las circunstancias debieron salirse de lo habitual: una práctica de canibalismo, y este hecho nos convierte en afortunados.

Estos restos humanos aparecen mezclados con otros de animales (tanto herbívoros como carnívoros), todos con marcas de corte realizadas por cuchillos de piedra (y no por mordeduras). Estas marcas de descuartizamiento son del mismo tipo en todos los huesos, las que provocaría un profesional carnicero que conoce bien en qué puntos debe aplicar el corte para separar el músculo con mayor facilidad, como vemos en la figura 5.3.10.



Figura 5.3.10 Estas marcas de corte producidas por un útil de piedra en este hueso humano de la cara son similares a las que provocaría un profesional carnicero que conoce bien en qué puntos debe aplicar el corte para separar el músculo con mayor facilidad.

Es decir, los **homínidos** que consumieron a esos seis humanos, no hicieron distinción alguna en cuanto al tratamiento de su comida. Así queda descartado el *canibalismo ritual* y lo más probable es que sencillamente saciaran su hambre: esto se denomina "*canibalismo gastronómico*".

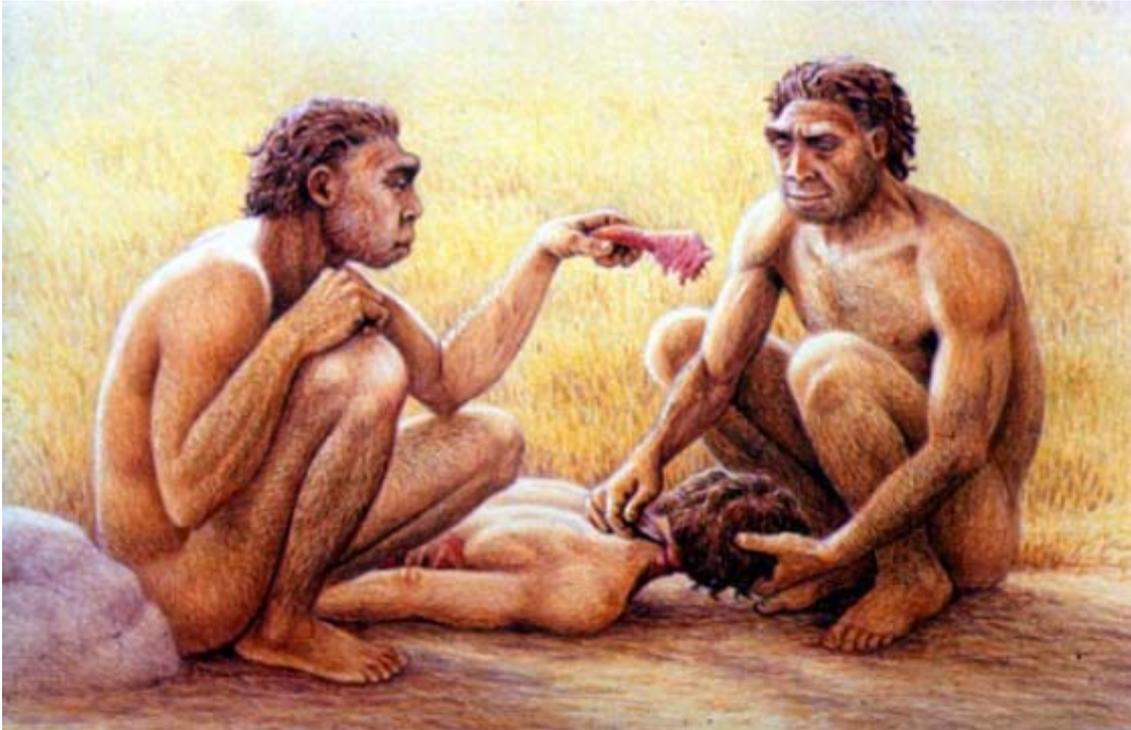


Figura 5.3.11 Los restos fósiles de al menos 6 individuos encontrados en el nivel 6 de la Gran Dolina (Atapuerca) fueron consumidos por otros seres humanos.

Su tipo de vida también queda reflejado conociendo su ecosistema. Es evidente que no existe un único nicho para toda Europa y además el último millón de años se ha caracterizado por sucesivas oscilaciones climáticas. Estos primeros **homínidos** se tuvieron que enfrentar a diferentes momentos críticos en su dispersión por Europa desde su entrada hace más de 1 millón de años. No obstante, podemos describir al menos el ecosistema en el que vivía el *Homo antecessor* de la Gran Dolina.

En el estrato Aurora de TD6 donde se hallaron los fósiles humanos, se registra una variación de las condiciones climáticas desde más xéricas hacia más húmedas. Además están presentes ciertos taxones típicamente termomediterráneos como algarrobo, alméz, olivo, lentisco, pistacho y labiérnago, que nos indican unas características climáticas más bien cálidas con algo de humedad.

La fauna que acompaña a los **homínidos** de TD6 es muy similar a la que se encuentra en cualquier otro lugar de Europa en ese momento: elefante, hiena, rinoceronte, zorro, caballo, lobo, lince, ciervo, oso, gamo, armiño, corzo, bisonte, ciervo gigante, jabalí, jaguar y tigre dientes de sable. Este tipo de asociación no se encuentra en ningún ecosistema actual. Aparecen mezclados animales que aún persisten en los bosques europeos, con otros actualmente limitados al continente africano. Además hay un **taxón** cuyo descendiente sólo vive hoy en América, el jaguar, y otro ya extinguido en el planeta, el tigre dientes de sable. Estos animales nos dan una idea de lo que cazaban estos seres humanos y también de con quién competían por sus presas.

Probablemente no sólo con los tigres dientes de sable y los jaguares sino con grupos de hienas.

La población de *Homo antecessor* europea continúa su evolución y da origen a una nueva especie: *Homo heidelbergensis*. Ésta es una de las especies humanas fósiles que mejor conocemos dado que está presente en diversos puntos de Europa. Sin embargo, a pesar de esta relativa abundancia, es gracias a un yacimiento, La Sima de los Huesos (en Atapuerca), por lo que hoy conocemos bien a estos homínidos del Pleistoceno medio.

3.7 La colonización y dispersión de los humanos en Europa

Ya se ha mencionado que en Europa *Homo antecessor* evolucionó hasta *Homo heidelbergensis*, y éste a su vez hacia la última especie de esta línea de homínidos: los neandertales. Desde hace unos 600.000 años, el número de yacimientos con evidencias humanas, tanto con fósiles humanos como por artefactos fabricados por ellos, va en aumento. A continuación se enumeran los principales yacimientos europeos con fósiles humanos pre-neandertales divididos en rangos cronológicos:

1. Entre hace unos 600.000 y 400.000 años: Arago (Francia), Fontana Ranuccio y Visiogliano (Italia), Mauer y Steinheim (Alemania) y Boxgrove (Inglaterra).
2. Entre hace unos 400.000 y 250.000 años: Bilzingsleben y Reilingen (Alemania), Sima de los Huesos (España), Swanscombe (Inglaterra), Petralona (Grecia) y Vértesszöllös (Hungría).
3. Entre 250.000 y 130.000 años: Biache-Saint-Vaast, Lazaret y La Chaise-Abri Suard (Francia), Ehringsdorf (Alemania), Pontnewydd (Inglaterra) y Altamura (Italia).

En la figura 5.3.12 se representan los principales yacimientos con fósiles humanos descendientes de los primeros pobladores de Europa.



Figura 5.3.12 Principales yacimientos del Pleistoceno medio con fósiles humanos descendientes de los primeros pobladores de Europa.

A pesar de que la presencia de estos humanos en Europa es mayor que en la época de sus antepasados (*Homo antecessor*), la mayor parte de la información obtenida sobre sus características físicas y anatómicas nos llega a través de la abundante muestra de la Sima de los Huesos en Atapuerca. Gracias a este sorprendente yacimiento podemos realmente saber cómo eran éstos humanos y sus vidas, e incluso ir un poco más allá y saber algo sobre su "mundo espiritual".

Homo heidelbergensis habitó Europa entre hace 500.000 y 220.000 años. Posiblemente, fueron las personas más fuertes y robustas que hayan existido. La estatura promedio en los varones superaba el 1,70 m y el peso excedería de 90 kg en los individuos en plena forma. Dentro de esta especie hubo individuos cuyo cerebro era del mismo tamaño que el nuestro, si bien el promedio era algo menor. La mayoría eran *diestros*, rasgo exclusivo humano que supone la *primera* evidencia de lateralidad. También en esta especie contamos con la evidencia sólida más antigua de un aparato fonador próximo al nuestro. Algunos de los individuos eran discapacitados (sordos, por ejemplo) o aquejados de infecciones graves en la boca, pero eso no les impidió sobrevivir largo tiempo, lo que indica una actitud solidaria del resto de individuos del grupo. Esta preocupación por sus seres queridos apoya lo que parece la primera acumulación de sus muertos en lugares recónditos, en lugar de abandonarlos a la intemperie y podría ser la más antigua práctica funeraria.

El tipo de industria lítica que fabrica *Homo heidelbergensis* son los bifaces de tipo Achelense (del Modo II). Además de la industria en piedra, sabemos que fabricaban lanzas de madera gracias a los recientes hallazgos de Schöningen (Alemania). Este yacimiento está datado en unos 400.000 años, es decir tiene la antigüedad de los humanos de la Sima de los Huesos y se han recuperado 4 lanzas entre 1,82 y 2,3 m de largo talladas en madera de *Picea* (una conífera muy abundante en los bosques alemanes), junto con numerosos restos de caballos cazados por ellos. La idea que ahora tenemos de estos seres humanos que poblaron Europa entre hace 500.000 y 220.000 años es bastante clara. Eran personas muy fuertes y robustas acostumbradas a manejar pesadas lanzas que usarían para cazar grandes animales. Las atléticas proporciones anatómicas que se obtienen del estudio de los fósiles humanos de la Sima de los Huesos, no resultan sorprendentes dado su tipo de vida. Las pistas que nos ha dejado *Homo heidelbergensis* nos dan una imagen muy humana de su vida. (Ver figura 5.3.13)



Figura 5.3.13 *Homo heidelbergensis* fueron los descendientes de los primeros pobladores de Europa y vivieron en Europa entre hace 500.000 y 220.000. Eran personas muy fuertes y robustas acostumbrados a manejar pesadas lanzas que usarían para cazar grandes animales como bisontes.

3.8 La humanidad Europea: los neandertales

Los neandertales constituyen junto con nosotros las dos humanidades más avanzadas. Ambas fueron diferentes en muchos aspectos pero muy similares en otros.

3.8.1 Aspecto físico y modo de vida

Los neandertales tenían una constitución física muy fuerte, que habían heredado de sus antepasados *Homo heidelbergensis*. Presentaban un tamaño encefálico cuyo promedio era mayor que el de nuestra especie. Su cráneo era alargado lateralmente, de frente huida, con un marcado reborde óseo sobre las cavidades de los ojos, nariz grande, al igual que la cara, y la mandíbula carecía de mentón. Algunas de sus características indicaban adaptaciones específicas para soportar el frío, como su constitución robusta y piernas cortas, que ofrecían reducidas superficies expuestas a la pérdida de calor (regla de Allen).

Estos humanos fabricaban útiles de piedra utilizando una industria denominada *Musteriense* (del Modo III). Con ella conseguían mayor número de herramientas y mayor filo útil por núcleo trabajado que el obtenido con la industria Achelense (del Modo II) que utilizaba *Homo heidelbergensis*.

Los neandertales vivían en refugios naturales o cuevas pero no tenían un asentamiento fijo, y dependían directamente del movimiento de los animales, que constituían su fuente de alimento. Por los restos faunísticos hallados en diversos yacimientos, se sabe que entre los animales cazados estaban preferentemente los renos, caballos y ciervos.

Ya se ha comentado que los pre-neandertales de la Sima de los Huesos mostraban compasión por sus congéneres. Esta parece ser una constante en la línea evolutiva que también presentan los neandertales. En la Sima, parece haber una profunda intención en la deposición de su gente en un lugar escondido y alejado del exterior, pero los enterramientos de sus descendientes son los primeros claros e intencionales, aunque desconocemos la causa o el sentido interior que guiaba esta actitud. Independientemente del por qué, lo que está claro es que los neandertales daban un valor único a sus compañeros en vida, enterrándoles con cuidado cuando éstos morían. Algunos esqueletos se han encontrado colocados en posición fetal o con la cabeza apoyada sobre un brazo.

En el yacimiento de Kebara (Israel), tras la inhumación fue retirado el cráneo y en Shanidar (Iraq) unos granos de polen en el sedimento que rodeaba un cuerpo han sido interpretados como guirnalda de flores (pero también quizás transportados por el viento).

En Krapina, un yacimiento croata, se han encontrado restos quemados que se interpreta como práctica de canibalismo o antropofagia.

Además de respetar a sus muertos, los neandertales demostraron sensibilidad por sus enfermos y heridos. Muchos esqueletos de neandertales presentan indicios de heridas curadas en vida y de patologías óseas reflejo de las enfermedades que padecieron.

3.9 África: la cuna de nuestra especie y el segundo poblamiento

El registro fósil africano vuelve a ser rico hace unos 600.000 años pero los fósiles que nos encontramos no pueden atribuirse ni a *Homo ergaster* ni a *Homo erectus*. En los yacimientos de Bodo (Etiopía), Eyasi (Tanzania), Ndotu (Tanzania), Salé (Marruecos), Elansfontein (Sudáfrica) y Broken Hill (Zambia) tenemos humanos con encéfalos grandes y con muchos detalles anatómicos exclusivos de *Homo sapiens*. A este grupo humano, que descendería de la población africana de *Homo antecessor*, le correspondería el nombre de *Homo rhodesiensis* y puede considerarse la especie ancestral de *Homo sapiens* y habitó África entre hace unos 600.000 y 250.000 años. Una serie de fósiles humanos procedentes de diferentes y alejados puntos de África, con edades entre hace 300.000 y 100.000 años son los candidatos para ser nuestros antepasados más directos. Los rasgos anatómicos que todos comparten son: caras gráciles y similares a las nuestras, volumen cerebral superior a 1.350 cc y neurocráneos gráciles y redondeados. Estos humanos son considerados premodernos, aunque aún les faltaría lograr un cráneo con un neurocráneo globoso, casi esférico, de bóveda alta y frente vertical, es decir uno como el nuestro. Los investigadores creen que este último paso de transformación radical se produjo de una sola vez y en un único punto, por lo que solo una de las anteriormente citadas poblaciones premodernas sería realmente nuestro ancestro directo.

Este segundo poblamiento de Europa por parte de los cromañones que comenzó hace unos 40.000 años, se produjo cuando aún los neandertales vivían en el continente. Mladec (República Checa) es el yacimiento europeo más antiguo con restos humanos de cromañones con unos 32.000 años. Durante al menos 10.000 años, ambas especies coincidieron hasta que finalmente los neandertales se extinguieron hace unos 30.000 años, favoreciendo nuestra expansión.

4. Actividades

Actividad 1

Localizar el estrecho de Dardanelos en Turquía, Oubeidiya en Israel y Dmanisi en Georgia. Trazar una posible ruta de entrada de *Homo antecessor* hasta Atapuerca. ¿En qué puntos de la ruta podrían hacerse prospecciones arqueo-paleontológicas para buscar representantes de los primeros pobladores de Europa? Localizar también Sicilia y Gibraltar y razonar por qué por estos puntos no es probable la existencia de una ruta migratoria de estos primeros europeos.

Actividad 2

Localizar en un mapa de Europa, los más importantes asentamientos de los pre-neandertales. Delimitar sus áreas geográficas (a partir de los yacimientos conocidos).

5. Autoevaluación

1. ¿En qué momento se produce el primer poblamiento de Europa y qué especie de homínido protagoniza este capítulo de la evolución humana?
2. ¿Trás el debate de la corta y la larga cronología, qué yacimiento proporcionó pruebas indudables sobre el período de tiempo en el que se produjo el primer poblamiento de Europa?
3. ¿Qué tipo de industria lítica fabrica *Homo antecessor*?
4. ¿Existe algún otro yacimiento en Europa aparte de Atapuerca donde haya aparecido algún resto humano que ronde los 800-900.000 años de antigüedad?
5. ¿Porqué se considera la cara de *Homo antecessor* similar a la nuestra?
 - a. porque tiene relieves
 - b. porque es muy ancha
 - c. porque tiene mentón
6. Los rasgos anatómicos de *Homo antecessor* se pueden sintetizar como:
 - a. muy primitivos
 - b. muy modernos
 - c. una combinación de rasgos algunos muy primitivos y otros modernos
7. ¿Cuál supone la primera evidencia de lateralidad en los homínidos? ¿qué especie fué la primera con este carácter exclusivo humano?
8. ¿Qué modo de vida tendría *Homo heidelbergensis* con las evidencia fósiles que se conocen, se alimentarían de vegetales, serían carroñeros o grandes cazadores?
9. ¿Qué tipo de industria lítica fabrica *Homo heidelbergensis*?
10. ¿Existen evidencias de que los neandertales enterraban a sus muertos y cuidaban a sus enfermos y lisiados? ¿Conoces algún ejemplo?
11. El canibalismo es una práctica atribuida a:
 - a. *Homo antecessor*
 - b. *Homo neanderthalensis*
 - c. a y b
12. ¿Qué especie podría ser la descendiente de *Homo antecessor* en África? ¿En qué intervalo de tiempo vivió en África?

**13. ¿En qué momento se produce el segundo poblamiento de Europa?
¿Qué especie de homínido protagoniza esta migración?**

**14. ¿Qué yacimiento situado a las puertas de Europa nos sugiere una
entrada en el continente europeo anterior al millón de años?**

6. Soluciones

1. ¿En qué momento se produce el primer poblamiento de Europa y qué especie de homínido protagoniza este capítulo de la evolución humana?

Entre hace 1,5 y 0,9 millones de años *Homo antecessor* deja África y se adentra en Europa.

2. ¿Trás el debate de la corta y la larga cronología, qué yacimiento proporcionó pruebas indudables sobre el periodo de tiempo en el que se produjo el primer poblamiento de Europa?

La Gran Dolina en la Sierra de Atapuerca a partir de los restos humanos e industria lítica encontrados en el nivel TD6 datados en hace unos 800.000 años.

3. ¿Qué tipo de industria lítica fabrica *Homo antecessor*?

El tipo de industria lítica que fabrica es de tipo Olduvayense (Modo I).

4. ¿Existe algún otro yacimiento en Europa aparte de Atapuerca donde haya aparecido algún resto humano que ronde los 800-900.000 años de antigüedad?

En Ceprano cerca de Roma ha aparecido una **calvaria** cuya edad es probable que ronde los 800-900.000 años de edad.

5. ¿Porqué se considera la cara de *Homo antecessor* similar a la nuestra?

a. porque tiene relieves

6. Los rasgos anatómicos de *Homo antecessor* se pueden sintetizar como:

c. una combinación de rasgos algunos muy primitivos y otros modernos

7. ¿Cuál supone la primera evidencia de lateralidad en los homínidos? ¿Qué especie fué la primera con este carácter exclusivo humano?

La manipulación de objetos con la mano derecha, ser diestros. Es en los homínidos de la Sima de los Huesos en los primeros en los que se observa (en la mayoría). Se trata de la especie *Homo heidelbergensis*.

8. ¿Qué modo de vida tendría *Homo heidelbergensis* con las evidencia fósiles que se conocen, se alimentarían de vegetales, serían carroñeros o grandes cazadores?

Eran personas muy fuertes y robustas acostumbrados a manejar pesadas lanzas que usarían para cazar grandes animales. Las proporciones anatómicas que se obtienen del estudio de los fósiles humanos de la Sima de los Huesos eran las de atletas altos fuertes y robustos: serían grandes cazadores.

9. ¿Qué tipo de industria lítica fabrica *Homo heidelbergensis*?

El tipo de industria lítica que fabrica son los bifaces de tipo Achelense, que pertenecen al llamado Modo II.

10. ¿Existen evidencias de que los neandertales enterraban a sus muertos y cuidaban a sus enfermos y lisiados? ¿Conoces algún ejemplo?

Los neandertales daban un valor único a sus compañeros en vida, enterrándoles con cuidado cuando éstos morían. Algunos esqueletos se han encontrado colocados en posición fetal o con la cabeza apoyada sobre un brazo. Además de respetar a sus muertos, los neandertales demostraron sensibilidad por sus enfermos y heridos. Muchos esqueletos de neandertales presentan indicios de heridas curadas en vida y de patologías óseas reflejo de las enfermedades que padecieron y por las que forzosamente necesitaron de la ayuda y cuidados de otros individuos.

11. El canibalismo es una práctica atribuida a:

c. a y b

12. ¿Qué especie podría ser la descendiente de *Homo antecessor* en África? ¿En qué intervalo de tiempo vivió en África?

Homo rhodesiensis descende de la población africana de *Homo antecessor* y puede considerarse la especie ancestral de *Homo sapiens*. Habitó África desde Marruecos (Salé) hasta Sudáfrica (Elandsfontein) entre hace alrededor de 600.000 y 250.000 años.

13. ¿En qué momento se produce el segundo poblamiento de Europa? ¿Qué especie de homínido protagoniza esta migración?

Hace 100 ka los protocromañones habían alcanzado Israel. La entrada en Europa de los primeros *Homo sapiens* procedentes de África, es decir la segunda oleada de población humana hacia Europa se produce hace unos 40 ka. El yacimiento más antiguo con restos humanos de cromañoneses Mladec (República Checa) datado en unos 32.000 años.

14. ¿Qué yacimiento situado a las puertas de Europa nos sugiere una entrada en el continente europeo anterior al millón de años?

Dmanisi en el Caúcaso, con una mandíbula y dos cráneos recientemente descubiertos, cuya cronología puede rondar los 1,6-1,8 millones de años.

Unidad 4, El poblamiento de América y Australia



Aborígenes australianos

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Barreras líquidas
- 3.2 La línea de Wallace
- 3.3 Las piedras de la isla de Flores
- 3.4 El poblamiento de Australia
- 3.5 Los primeros australianos y la primera navegación de altura de la historia humana
- 3.6 El poblamiento de América
- 3.7 Velocidades de difusión humana

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones de Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No son necesarios conocimientos previos pero se recomienda la lectura previa de las unidades "Clima y evolución humana: las glaciaciones cuaternarias" y "El poblamiento de Asia y el "*Homo erectus*"

1.2 Objetivos didácticos

Los objetivos específicos son los que siguen:

- Conocer las líneas de costa actuales y las plataformas continentales de las tierras emergidas.
- Establecer los cambios que en las líneas de costa hubieron de producir las fluctuaciones del nivel del mar en los ciclos glaciares e **interglaciares**.
- Entender cómo algunas islas quedaban unidas entre sí y a los continentes en las glaciaciones, y cómo se conectaban Eurasia y América.
- Establecer rutas terrestres para el paso de poblaciones humanas.
- Analizar el problema del paso por el estrecho de Gibraltar.
- Conocer la barrera biogeográfica de Wallace y la barrera arqueológica de Movius.
- Plantear el problema de la navegación de altura en la Prehistoria.
- Situar el poblamiento de Australia en el contexto de los modelos evolutivos multirregional y del origen único y reciente de la Humanidad.
- Conocer los rasgos morfológicos craneales que intervienen en la discusión del punto anterior.
- Conocer el registro fósil humano de Australia.
- Discutir los dos modelos de poblamiento de Australia a la luz de los fósiles humanos y de su cronología.
- Conocer la práctica de las deformaciones artificiales del cráneo.
- Situar en el tiempo el poblamiento de América.
- Analizar la problemática del paso a través de la barrera de hielo americana.
- Examinar la cuestión de la velocidad de dispersión humana, recurriendo a datos paleantropológicos y arqueológicos y a paralelos en el mundo animal con las introducciones recientes de **especies** alóctonas.

1.3 Lecturas recomendadas

Johanson, D. y Edgar, B. (1996) *From Lucy to Language*, Simon & Schuster, Nueva York.

Klein, R. (1996) *The Human Career*. University of Chicago Press, Chicago, 1989. Noble, W. y Davidson, I. *Human Evolution, Language and Mind*, Cambridge University Press, Oxford.

Rightmire, G. (1990) *The evolution of Homo erectus*. Cambridge, University Press, Cambridge.

Stringer, C. y Gamble, C. (1996) *En busca de los neandertales*. Crítica, Barcelona.

Thorne, A., Grün, R., Mortimer, G., Spooner, N.A., Simpson, J.J., McCulloch, M., Taylor, L. y Curnoe, D. Australia's oldest human remains: age of the Lake Mungo 3 skeleton. *Journal of Human Evolution*, 36: 591-612.

2. Resumen del tema

En este capítulo se discute el poblamiento de Australia y el de América. Ambos tuvieron lugar durante el **Pleistoceno** superior. Nadie discute que el poblamiento de América, que parece el más reciente de los dos, fue llevado a cabo por humanos de tipo moderno, es decir, de nuestra **especie**. Muchos, la mayoría de los especialistas, opinan lo mismo del poblamiento de Australia. Pero algunos autores, defensores del modelo multirregional de la evolución humana, creen que en los actuales aborígenes australianos hay genes de *Homo erectus*, del mismo modo que habría genes neandertales en las poblaciones europeas actuales. El poblamiento de Australia se produjo por vía marítima, por lo que además de debatir los modelos evolutivos, se trata aquí también el problema de las navegaciones prehistóricas, incluyendo el posible cruce del estrecho de Gibraltar. Se aborda finalmente la cuestión de la velocidad de difusión por vía terrestre de los **homínidos** desde la primera vez que salieron de África.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Barreras líquidas

Como regla general los cursos de agua anchos son barreras infranqueables para los primates. Por poner un ejemplo, el río Congo separa dos especies diferentes de chimpancés: los comunes (*Pan troglodytes*) al norte y los bonobos (*Pan paniscus*) al sur. No sólo son incapaces los chimpancés de franquear el río en la actualidad, sino que el Congo ha sido la causa de que se diferenciaron las dos especies al incomunicar las poblaciones de una y otra orilla durante unos dos millones y medio de años. Por ese motivo los primates no han cruzado mares a lo largo de su historia. Sin embargo hay dos grandes excepciones: los monos sudamericanos y los humanos.

El cruce del Atlántico por los platirrinos ocurrió hace mucho tiempo, unos 35-40 millones de años, mucho antes de que surgieran los humanos en África. Los primeros humanos en abandonar ese continente pertenecen a la especie *Homo erectus*, que llegó hasta la isla de Java. Siempre se pensó que el viaje se había producido en un remoto pasado, hace más de un millón de años, pero ahora hay dataciones que llevan hasta casi dos millones de años (1'8 para ser más exactos) el poblamiento humano de Java.

Para visitar esta isla de Indonesia los humanos no tuvieron que atravesar ningún mar, porque África está conectada con Asia por la Península del Sinaí, o lo estaba antes de que la construcción del canal de Suez separase artificialmente África de Asia. Llegar hasta el sudeste asiático continental, hasta la Península de Malaca, era sólo cuestión de tiempo.



Figura 5.4.1 Geografía del Sudeste asiático y de Australia con las plataformas continentales.

Pero Java es una isla, y para alcanzarla es preciso pasar desde la Península de Malaca hasta Sumatra atravesando el estrecho de Malaca, y luego desde Sumatra hasta Java cruzando el estrecho de la Sonda. La clave de cómo llegaron los humanos hasta Java nos la da cualquier mapa con profundidades marinas. Vemos en él que las grandes islas de Sumatra, Java y Borneo se elevan sobre una plataforma continental poco profunda, llamada plataforma de la Sonda, que las conecta con la Península de Malaca. En las épocas frías, en las glaciaciones, es tal la cantidad de agua que se congela, que el nivel del mar desciende (la última vez más de 120 m), lo que hizo posible la llegada del hombre, andando, hasta Java. Más allá, sin embargo, es imposible seguir a pie, porque la plataforma de la Sonda se acaba, y el mar se hace muy profundo, incluso durante las glaciaciones.

3.2 La línea de Wallace

Los biólogos se sirven de las grandes barreras geográficas, las más impermeables, para diferenciar regiones biogeográficas. El gran naturalista Alfred Russell Wallace pasó muchos años de su vida en las Indias Orientales estudiando el límite entre dos de los tres grandes reinos en que se dividen geográficamente las faunas de vertebrados terrestres. Estos dos reinos son la Arctogea, que incluye Eurasia, África y Norteamérica, y la Notogea, con Australia, Nueva Guinea y Tasmania (el tercer reino es la Neogea: Sudamérica y Centroamérica). La Notogea es el paraíso de los marsupiales.

Wallace trazó en 1863 la frontera natural entre la Arctogea y la Notogea haciéndola pasar al este de las islas de Mindanao (en Filipinas), Borneo y Bali. Así, Sulawesi (o Célebes), la Molucas y las islas menores de la Sonda quedaban del lado de Nueva Guinea, Australia y Tasmania. Alfred Russell Wallace fue co-descubridor con Charles Darwin de la teoría de la evolución por medio de la selección natural y Thomas Henry Huxley, el célebre paladín de Darwin, nombró esta divisoria biogeográfica *la línea de Wallace* en su honor.

Sin embargo, en 1910, tres años antes de su muerte, Wallace se dio cuenta de que en Sulawesi vivían muchos mamíferos de origen asiático y pocos procedentes de Australia y Nueva Guinea, y dudó de si la divisoria no pasaría después de todo al este de la isla de Sulawesi. Posteriores estudiosos como Weber y Lydekker llevaron la línea cada vez más hacia el oriente. Y es que, en realidad, no hay filtros impenetrables y los límites entre regiones biogeográficas siempre son difusos.

Al conjunto de islas que contienen una mezcla de faunas del sudeste asiático y de Australia y Nueva Guinea se las conoce en su conjunto en Biogeografía como Wallacea; son Sulawesi (o Célebes), las Molucas y las islas menores de la Sonda. Al oeste de Wallacea queda la plataforma de la Sonda, con Borneo, Sumatra y Java (las llamadas islas mayores de la Sonda), y al este la plataforma del Sahul, que contiene a Australia, Tasmania y Nueva Zelanda. Para llegar hasta las islas de Wallacea hay que cruzar el mar volando, nadando o en una balsa, ya sea natural o fabricada por manos humanas. La pregunta que surge de inmediato es: ¿cuándo cruzaron por primera vez los humanos la línea de Wallace y cómo llegaron hasta Nueva Guinea y a Australia?

3.3 Las piedras de la isla de Flores

Hace poco tiempo, en marzo de 1998, M.J. Morwood y colegas publicaron la que, de confirmarse, sería la más antigua prueba de navegación humana: un puñado de piedras, supuestamente talladas, que se datan en 800.000 años y proceden de la isla de Flores, una de las islas menores de la Sonda, un archipiélago a mitad de camino entre Java y Australia, adonde, que se sepa, no se ha podido llegar nunca de otro modo que por mar.

Los primeros hallazgos los realizó un misionero holandés, Theodor Verhoeven, en 1968. Los "objetos líticos" en cuestión aparecieron junto con restos de una especie de mastodonte, el *Stegodon trigonocephalus*, extinguido hace mucho tiempo (los mastodontes son unos parientes fósiles de los elefantes que también se encuentran en gran abundancia en los yacimientos españoles terciarios). Se ha confirmado, utilizando modernas técnicas de datación, la edad del terreno en el que aparecen los "objetos líticos". Sin embargo, tales pruebas de la más antigua navegación han sido puestas en entredicho desde varios puntos de vista diferentes. En primer lugar, no todos admiten que las piedras realmente fueran talladas por mano humana, y que no se hayan partido naturalmente. Sobra decir, a la vista de estas dudas, que los supuestos utensilios no están precisamente muy elaborados, sino que son más bien toscos.

De todos modos, no cabía esperar más refinamiento tecnológico dada la situación geográfica de la isla de Flores, a oriente de otra línea divisoria conocida como línea de Movius (en honor del antropólogo americano Hallam Movius). Esta frontera no es biogeográfica, sino tecnológica, y deja todo el Oriente Lejano a un lado y el resto del Viejo Mundo al otro. Al este de la línea de Movius sólo se han encontrado hasta la fecha utensilios muy elementales del llamado *Olduvayense* o Modo I, la primera de las grandes subdivisiones de las industrias paleolíticas; jamás han aparecido las bellas hachas de mano y otros utensilios que caracterizan el Achelense o Modo II. También al mismo lado este de la línea de Movius vivía el *Homo erectus*, hasta que llegó hace relativamente poco tiempo el *Homo sapiens* (nuestra especie) para reemplazarlo.

En el supuesto de que Flores fuera de verdad alcanzada por el *Homo erectus* no hay que descartar la posibilidad de que hayan existido puentes de tierra en el pasado, dada la escasa distancia que separa las islas menores de la Sonda entre sí y con respecto de Java, y considerando asimismo la naturaleza volcánica de la región. También es posible que el viaje respondiera más a una navegación accidental, no deseada, que a una auténtica empresa marítima (sin ir más lejos, en Sulawesi viven dos macacos, el *Macaca nigra* y el *Macaca ochreata*, que no han podido llegar de otro modo). Por todo lo dicho, incluso de confirmarse, el poblamiento de Flores por el *Homo erectus* no puede considerarse como un caso seguro de una empresa náutica llevada a cabo deliberadamente. Sin embargo, ése es, ahora sin ningún género de dudas, el caso de Australia.

3.4 El poblamiento de Australia

Entre los cráneos humanos fósiles de Australia se han reconocido desde hace mucho tiempo dos tipologías muy diferentes. Una es, para decirlo con pocas palabras, la nuestra, que se suele calificar de grácil. La frente está levantada, la bóveda craneal es alta, no hay un verdadero toro (*torus* en latín) supraorbitario, las paredes craneales no son especialmente gruesas y tampoco existen inserciones musculares particularmente marcadas en el hueso occipital o en las líneas temporales.

La otra morfología craneal es claramente más robusta, con paredes más gruesas, inserciones musculares más marcadas y un reborde óseo sobre las órbitas, generalmente desarrollado a nivel superciliar (o sea, sobre la porción más medial de las órbitas), pero que puede llegar a ser un auténtico toro que alcanza la región lateral.

Estas características que expresan robustez, con diferentes grados de intensidad, también se encuentran a veces en aborígenes australianos actuales. Pero, además, algunos cráneos australianos fósiles muestran una morfología general, una arquitectura, muy especial, y claramente arcaica, con frentes aplanadas y bóvedas bajas, con la máxima anchura situada en posición inferior, sobre las crestas supramastoideas (es decir, en el hueso temporal en lugar de más arriba, en el hueso parietal), con un engrosamiento (o "carena") de la sutura sagital sobre la parte anterior de los parietales, con un toro angular o engrosamiento de la porción final de las líneas temporales, y hasta con un toro occipital bien formado delimitado por arriba por un surco supratoral. Finalmente las caras son prognatas (proyectadas hacia delante) y los paladares, mandíbulas y dientes muy grandes.



Figura 5.4.2 Aborígenes australianos

El cráneo fósil australiano que mejor respresenta las formas robustas es el ejemplar WLH 50 de la región de los lagos de Wilandra (un conjunto de lagos secos en el estado de Nueva Gales del Sur); este cráneo ha sido ampliamente utilizado para sostener las tesis de una continuidad evolutiva en Australasia, que se comentará a continuación. Otros fósiles australianos robustos, aunque tenidos por más recientes, son los de Kow Swamp, Cohuna (que a veces se agrupa en la misma población que los de Kow Sawamp) y Coobool Creek. En Kow Swamp (estado de Victoria) se han encontrado los enterramientos de más de 40 individuos de todas las edades, que se datan entre hace 14.000 y 9.500 años. La muestra de Coobool Creek (Nueva Gales del Sur) es también muy grande y se piensa que de edad similar la de Kow Swamp.



Figura 5.4.3 El esqueleto de lago Mungo 3.

Los fósiles australianos de características gráciles o modernas son los de los enterramientos 1 y 3 del lago Mungo (que pertenece a la región de los lagos de Willandra) y el más moderno de Keilor en Victoria, éste de hace unos 13.000 años. Los huesos del individuo 1 del lago Mungo están quemados; se trata de la más antigua cremación conocida de un cadáver. Del individuo 2 no se conserva apenas nada, mientras que el individuo 3 está completo. También se siglan como WLH 1, 2 y 3.

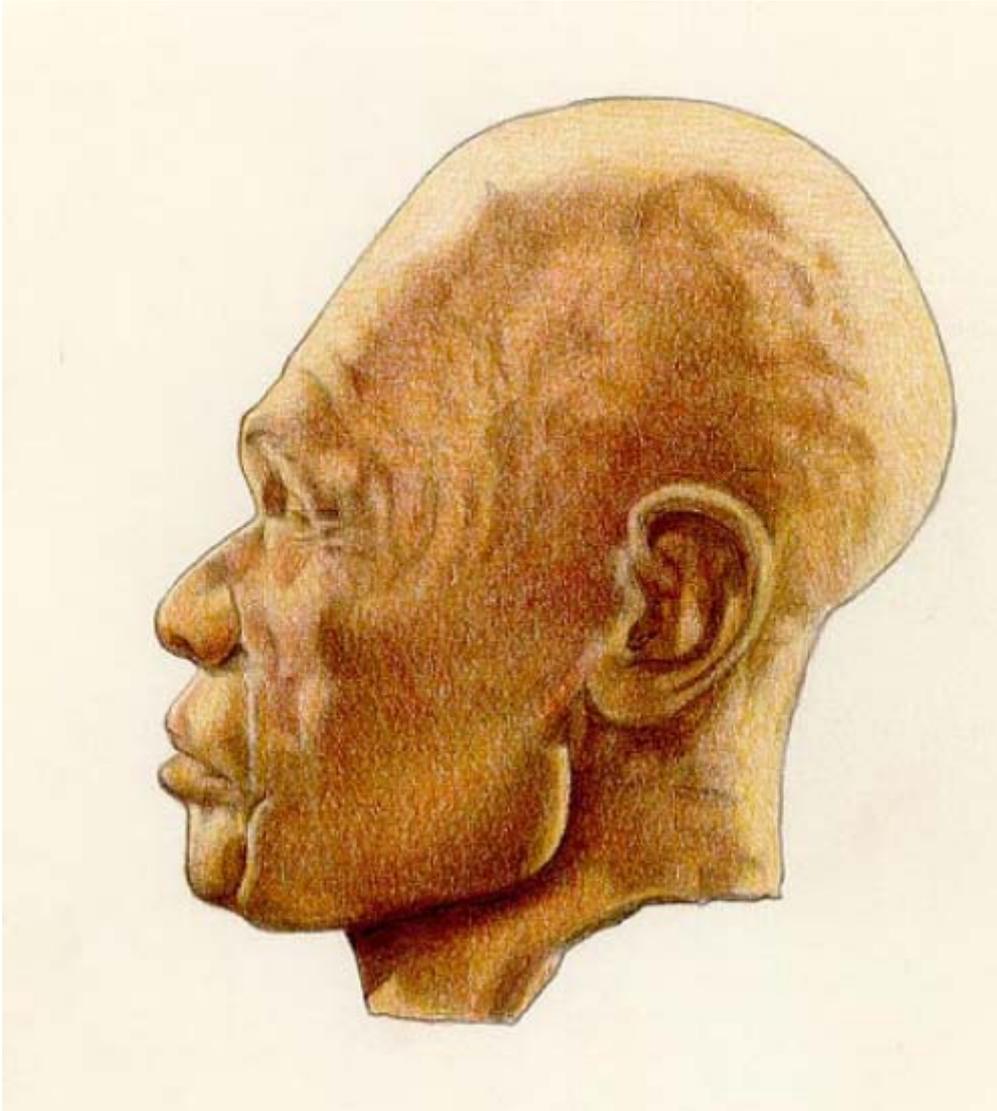


Figura 5.4.4 Reconstrucción de un individuo de las necrópolis de Kow Swamp o Coobool Creek con el cráneo deformado artificialmente (según Peter Brown).

Estas dos morfologías craneales que se reconocen en el registro fósil de Australia admiten dos diferentes interpretaciones. Algunos autores, que se adscriben al modelo multirregional de la evolución humana, creen ver en los cráneos robustos una relación evolutiva con las poblaciones javanesas de *Homo erectus*. Los últimos representantes conocidos de esta especie son los cráneos de Ngandong en las terrazas del río Solo. No se conoce con precisión su edad, pero la geomorfología de la región parece indicar que las terrazas de Ngandong se depositaron en el Pleistoceno superior, y tienen por tanto menos de 130.000 años. Recientemente se han datado estos fósiles entre 54.000 y 27.000, aunque aún deben confirmarse estas fechas con nuevos estudios, por lo que conviene considerarlas provisionales.

Los métodos radiométricos de datación empleados fueron los de las series de uranio y la resonancia de espín electrónico (ESR) sobre **esmalte** de bóvidos que aparecieron asociados a los fósiles humanos. Se trata de dataciones directas sobre fósiles, que obvian por lo tanto cualquier problema geológico, pero no ofrecen tanta seguridad con las dataciones radiométricas obtenidas sobre rocas volcánicas o carbonatos.

Los cráneos de Ngandong, como la casi totalidad de los cráneos javaneses sólo conservan la **calvaria**, por lo que las comparaciones con los fósiles australianos debe limitarse al neurocráneo. Para cotejar el esqueleto facial hay que recurrir a fósiles javaneses mucho más antiguos que los australianos, lo que, sin duda, es un grave inconveniente. El más completo de todos es el individuo 17 de Sangiran, aunque está algo deformado. Las nuevas dataciones que está realizando en Java el equipo de geocronólogos encabezado por Carl Swisher (el mismo que dató los fósiles de Ngandong) apunta a que todos los fósiles de Sangiran, incluyendo el ejemplar número 17, tienen más de un millón de años. Hay que dar un gran salto en el tiempo para compararlo con un cráneo australiano.

En su camino hacia Australia y Nueva Guinea, los humanos de tipo moderno (*Homo sapiens*) habrían encontrado estas poblaciones de *Homo erectus* y se habrían mezclado con ellas, resultando así unos australianos robustos; hay que aclarar que según este modelo evolutivo los humanos modernos y los javaneses autóctonos no serían, en realidad, especies diferentes, ya que, por definición, en ese caso no podrían producir descendientes fértiles. Los principales mantenedores de esta tesis son el norteamericano Milford Wolpoff, el australiano Alan Thorne y el chino Wu Zinzhi. La coexistencia de cráneos robustos con cráneos indudablemente gráciles en Australia se explicaría invocando una doble fuente para la población de la isla. Mientras que los aborígenes robustos habrían pasado por Java, los gráciles habrían venido de China; los fósiles chinos de Liujiang y de la cueva superior de Zhoukoudian, de características modernas, y ambos del **Pleistoceno** superior, podrían estar relacionados con ellos. El cráneo de Zhoukoudian sólo tiene entre 18.000 y 10.000 años, pero el de Liujiang podría pasar de los 67.000 años. Una vez en Australia, ambas poblaciones, la grácil y la robusta, se habrían cruzado en diferentes lugares y épocas.

Otro modelo muy diferente implica sustitución completa del *Homo erectus* por el *Homo sapiens*, sin mezcla alguna de sangres (del mismo modo que los neandertales habrían sido reemplazados por los hombres de Cro-Magnon en Europa y parte de Asia). Los rasgos robustos de algunos australianos fósiles y actuales entrarían dentro de la variabilidad normal de la **especie** *Homo sapiens*. Algunos autores llegan más lejos y sostienen que las bóvedas aplanadas y las frentes huidizas son el resultado de deformaciones artificiales, una práctica cultural que se ha conocido en muchos pueblos modernos, incluidos los aborígenes australianos. En su estudio de los fósiles de Coobool Creek, Peter Brown mantiene esta tesis.

3.5 Los primeros australianos y la primera navegación de altura de la historia humana

Para discutir adecuadamente ambos tipos de hipótesis es muy importante establecer la cronología del poblamiento de Australia y saber cómo eran (quiénes eran) los primeros colonizadores. De acuerdo con el modelo evolutivo multirregional, cabría pensar que los primeros australianos fueron los de cráneos robustos, que habrían asimilado poco tiempo antes genes de las poblaciones autóctonas de Indonesia. Las poblaciones de cráneos gráciles habrían llegado quizás más tarde y no tendrían ya nada que ver con las gentes que vivieron antes en Indonesia durante el [Pleistoceno](#).

También es compatible con el modelo multirregional la llegada simultánea de dos poblaciones, una grácil y otra robusta, con diferentes procedencias, suponiendo que el *Homo erectus* hubiera sobrevivido más tiempo en Java que en China. En cambio, es mucho más difícil de encajar en el modelo multirregional que los fósiles australianos gráciles sean más antiguos que los robustos.

Los dos fósiles considerados más antiguos de Australia proceden de la región de los lagos de Willandra, y son el de lago Mungo 3 (o LM 3) y el los lagos de Willandra 50 (o WLH 50). El primero se descubrió el 26 de febrero de 1974. Este esqueleto de morfología craneal grácil había sido enterrado en una fosa después de que el cuerpo fuera espolvoreado con ocre, indicando una práctica de tipo claramente ritual.

En 1980 se descubrió cerca del lago Garnpung (a su vez muy próximo al lago Mungo), la [calvaria](#) (y algunos otros huesos) siglada WLH 50. Este cráneo es verdaderamente muy robusto, con un grosor de 16 mm de promedio, un toro supraorbitario bien definido, e impresiones musculares marcadas. Aunque su capacidad craneal es grande, estimada en 1450 cc, la bóveda es baja, de frente aplanada y con máxima anchura en posición inferior.

A falta de buenas dataciones radiométricas, se pensaba que lago Mungo 3 y WLH50 eran más o menos contemporáneos, con una antigüedad entre 20.000 y 30.000 años. Sin embargo, se han llevado a cabo recientemente muchas dataciones del esqueleto lago Mungo 3, unas directas sobre el mismo fósil y otras del sedimento, que arrojado una fecha sorprendente: en torno a 62.000 años. Por otro lado, la edad que se asigna ahora al ejemplar WLH50 no supera los 20.000 años.

A la vista de la cronología de LM 3, parece razonable deducir que el poblamiento de Australia se produjo durante el **estadio isotópico 4 (OIS 4)** que tiene como límites temporales 57.000 y 71.000 años. El OIS 4 es un **estadio frío**, aunque no tanto como el OIS 2, que corresponde al último máximo glaciar. El nivel del mar sin duda estaría más bajo que el actual, pero quizás sólo entre 20 y 80 m. Eso quiere decir que la travesía marítima hasta Australia y Nueva Guinea (que formarían una sólo isla) tuvo que ser de duración considerable, y no puede atribuirse a una mera navegación de fortuna, sino más bien parece responder a un plan de navegación, con una ruta trazada. Más aún, hay dos autores, Noble y Davidson, que consideran el poblamiento de Australia, una empresa que exige ciertas capacidades tecnológicas para fabricar una balsa, además de planificación y capacidad de trabajar coordinadamente en un proyecto común, la primera prueba de la existencia de una mente humana moderna (del mismo tipo que la nuestra), y la posesión del lenguaje (entendido como comunicación por medio de símbolos).

Por otro lado la utilización del ocre en un enterramiento representa una muy antigua manifestación de comportamiento simbólico que empieza a llenar el vacío que tanto ha preocupado a algunos autores entre la aparición en el registro fósil de los humanos anatómicamente modernos (hace unos 100.000 años en África e Israel) y las primeras manifestaciones artísticas u ornamentales, que no se remontan más allá de los 40.000 años (la fecha de llegada al continente europeo del hombre moderno).

La gracilidad del individuo Lago Mungo 3 podría ser un rasgo femenino, por lo que es importante establecer el sexo del esqueleto, que parece ser el masculino según diferentes indicadores sexuales del esqueleto. Más aún, el individuo fue enterrado con las manos unidas por delante de la cadera, una postura que en los aborígenes modernos corresponde exclusivamente a los enterramientos masculinos (que se cubren el pene con las manos). Como conclusión, la gran antigüedad de Lake Mungo 3, unida a su gracilidad y a su sexo masculino, sugieren que los primeros australianos eran humanos como los actuales y no avalan la idea de que los aborígenes australianos porten genes de *Homo erectus*. Es más razonable pensar que algunas poblaciones se hicieron posteriormente robustas en los más de 60.000 años que ha durado la vida (y la microevolución humana) en Australia.

3.6 El poblamiento de América

Quéda aún por comentar el poblamiento del Nuevo Mundo, el auténtico descubrimiento de América. Éste no se produjo por vía marítima, sino cruzando a pie otro estrecho, el de Bering (que separa Siberia de Alaska), en una época en la que era tierra firme por el descenso del mar en la última **glaciación**. La conquista de América tuvo que ser precedida del poblamiento del extremo oriental de Siberia, la península de Chukotka, sobre el Círculo Polar Ártico, de clima muy hostil incluso en períodos **interglaciares** como el actual. Pero una vez en Alaska, la expansión humana se hizo aún más difícil, porque esta región estaba aislada del resto del continente americano por una gran placa de hielo. En realidad se trataba de dos grandes cuerpos de hielo, el escudo laurentino (al este y centrado sobre la Bahía de Hudson) y el escudo de la cordillera (al oeste, sobre la Cordillera Costera que corre de norte a sur en paralelo con la costa del Pacífico). Una vez al otro lado del gélido obstáculo, ninguna barrera física se oponía al avance, por tierra, hasta la Patagonia.

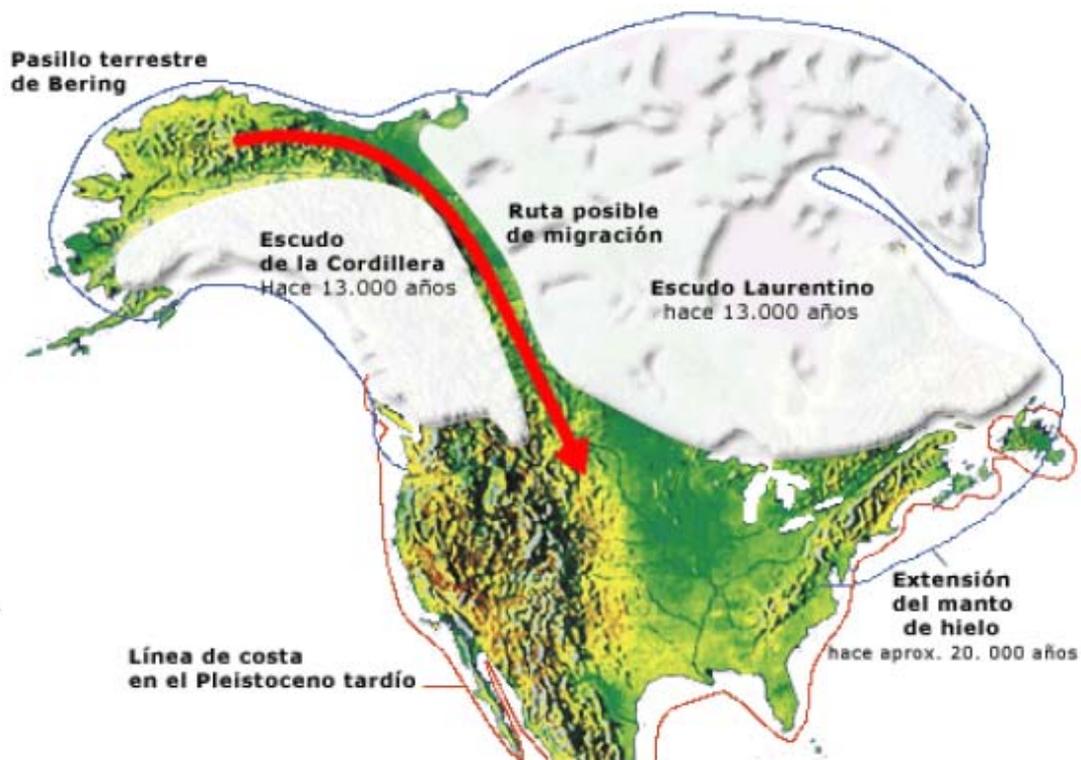


Figura 5.4.5 Posible ruta de poblamiento de América por un pasillo entre escudos de hielo.

Los humanos que vivían en las Américas cuando los españoles llegaron en 1492, eran los amerindios y los esquimales. El origen de estas poblaciones está sin ninguna duda en Asia, ya que los análisis genéticos indican que los pueblos más próximos a los amerindios y esquimales son los mongoloides asiáticos (chinos, japoneses, coreanos, etc.). Un reciente estudio genético ha mostrado que el 90% de la población indígena masculina de América del Sur y el 50% de la de América del Norte, comparten una mutación en el cromosoma Y, que sin duda han heredado de uno de los primeros americanos paleolíticos.

Las primeras gentes que llegaron a América eran de tipo moderno, en una época que no puede ser muy antigua, y que hay que situar en la última [glaciación](#). En algún momento menos frío se debió de abrir un pasillo entre los hielos que pudieron franquear aquellos primeros americanos. El máximo glaciar se produjo hace unos 18.000 años, y la fusión de los hielos que abre nuestra actual época climática, el [Holoceno](#), ocurrió hace 10.000 años. El paso por tierra desde Alaska al resto de América se tuvo que producir después del máximo glaciar de hace 18.000 años, o bien antes de que se fundieran los dos escudos de hielo y cortaran el camino. También es posible que los viajeros humanos sortearan la gigantesca placa de hielo en una navegación costera.

Las primeras fechas seguras de yacimientos con presencia humana en las Américas corresponden a un periodo caracterizado en Norteamérica por un tipo de industria denominada Clovis, con unas grandes puntas de piedra, que se enmangaban en un ástil de madera para componer una jabalina (Clovis es una localidad de Nuevo México). Las fechas para estas ocupaciones no rebasan los 12.000 años, y esa podría ser la edad del poblamiento de América.

Sin embargo, muchos autores sostienen que la llegada del hombre a América fue mucho más temprana (aunque siempre dentro de la última [glaciación](#)), quizás hasta de hace 20.000 o 30.000 años. Recientemente se ha encontrado un asentamiento en Monte Verde (Chile), que se remonta a los 12.500 años. Además el yacimiento de Topper (Carolina del Sur) parece preceder a la cultura Clovis; aunque todavía no hay dataciones definitivas, se han apuntado una edad en torno a los 18.000, que está siendo contrastada con diversas técnicas.

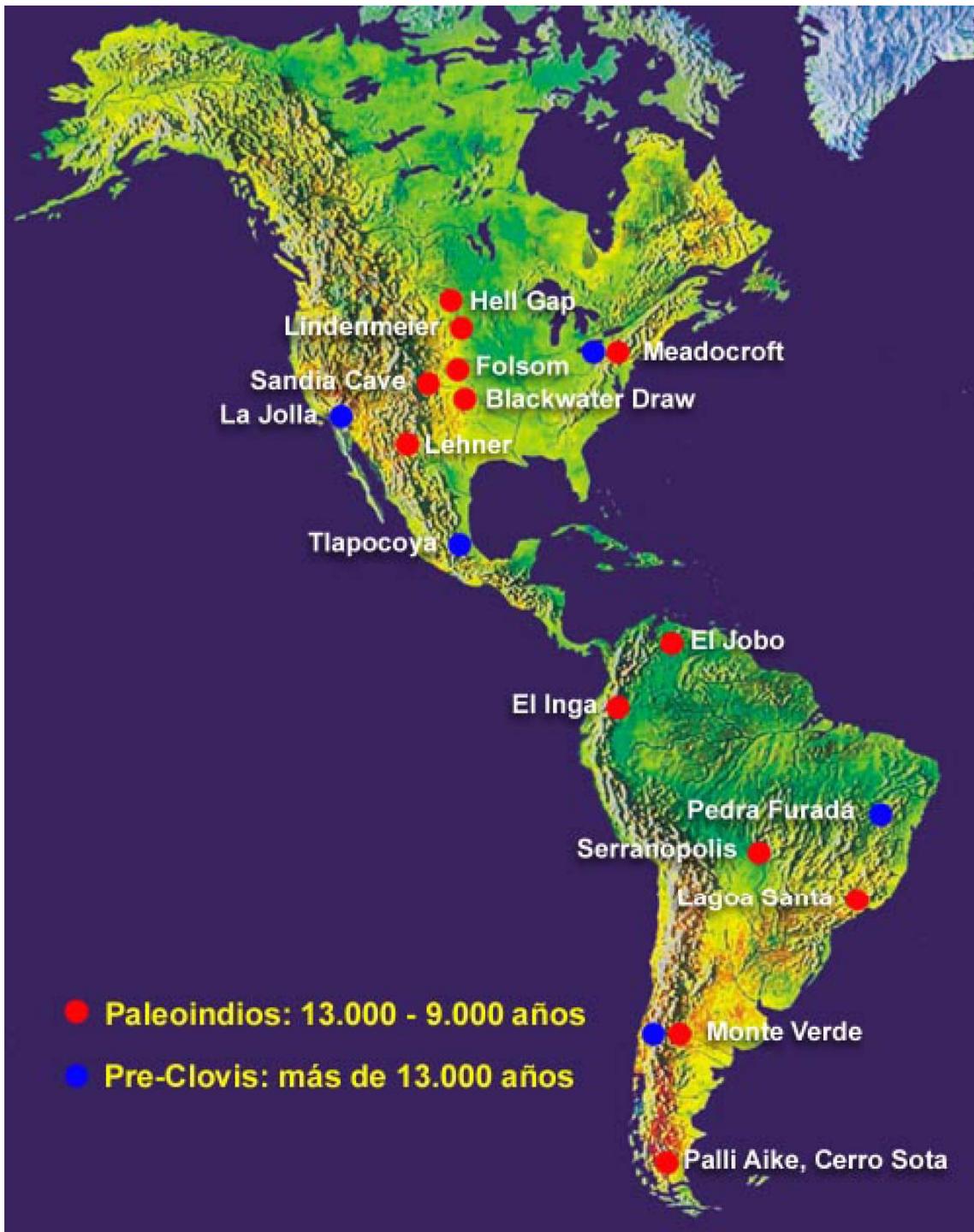


Figura 5.4.6 Yacimientos arqueológicos de América.

3.7 Velocidades de difusión humana

Sin necesidad de recurrir a las largas travesías del Pacífico un ejemplo mucho más próximo de posible navegación prehistórica es el estrecho de Gibraltar. Aquí sí que están próximas las dos orillas, ya que se puede ver desde Cádiz el monte Yebel Musa, que se eleva hasta los 848 m en la orilla marroquí. La distancia mínima es de 14 km. Aunque la travesía es corta, no es en modo alguno fácil, ya que las corrientes no son favorables. En la Antigüedad clásica se consideraba empresa difícil atravesar desde el Mediterráneo las columnas de Hércules (que eran el citado monte Yebel Musa y el Peñón de Gibraltar) para llegar hasta Cádiz y seguir más allá por la costa atlántica, hacia el norte o hacia el sur.

Los primeros fósiles humanos de Europa son los de la Gran Dolina, en la burgalesa Sierra de Atapuerca y tienen 800.000 años. ¿Cómo fue poblado nuestro continente? ¿Por gentes venidas desde Asia o por inmigrantes norteafricanos? No hay nada en principio que permita descartar por completo el origen magrebí del *Homo antecessor* (que es como han sido llamados los fósiles de la Gran Dolina). Ahora bien, no parece que existiera un puente terrestre en esa época. Lo hubo, sin embargo, antes, hace unos 4-5 millones de años. Algunos autores creen que en ese momento África y Europa se pusieron en contacto a la altura del estrecho de Gibraltar. Como consecuencia, el Mediterráneo se convirtió, primero, en un gran lago salado, y luego se desecó en unos pocos miles de años, ya que en la cuenca mediterránea predomina con mucho la evaporación sobre la aportación de agua de los ríos (es lo que se conoce como balance hídrico negativo). Posteriormente se reabrió la comunicación de la seca cuenca mediterránea con el océano Atlántico (hay quien imagina una gigantesca catarata en esos primeros instantes). En las épocas glaciares, y aunque el mar llegara a descender 120 m, tampoco quedó nunca un pasillo seco, ya que entre las dos orillas hay profundidades de 700-800 m. Si Europa fue poblada desde el norte de África tuvo que ser cruzando el estrecho de Gibraltar en una embarcación.

Por tentadora que parezca tal posibilidad no existe, en principio, ninguna razón que la apoye, aunque tampoco hay ninguna que la excluya. Pero como sabemos de la existencia de seres humanos (atestiguada por el hallazgo de una mandíbula y dos cráneos) en Dmanisi, Georgia, hace millón y medio de años o poco más, es razonable pensar que fueron esas poblaciones las que cruzaron el Cáucaso, atravesaron Europa y llegaron hasta la Península Ibérica.

Tampoco parece que el poblamiento de Europa por los humanos morfológicamente modernos se hiciera por la vía del estrecho de Gibraltar. Hubo un tiempo en que los neandertales fueron los únicos habitantes de la Península Ibérica y el resto de Europa, así como de Asia Central y el Oriente Próximo; sin embargo, en el norte de África vivían otras gentes que no eran neandertales, incomunicadas con las poblaciones neandertales peninsulares por el estrecho de Gibraltar. Cuando más tarde llegaron nuestros antepasados los hombres de Cro-Magnon para sustituir a los neandertales, su aparición se produjo en la Península por el norte, cruzando los Pirineos y no la pequeña distancia que separa la costa de Marruecos de Tarifa.

Como se verá más adelante, los últimos neandertales ibéricos (o las últimas industrias **musterienses**, que se les atribuyen a ellos) son los del sur de la Península, y los primeros humanos modernos son los del norte (o por lo menos las primeras industrias auriñacienses, que se consideran obra suya).

Así pues, desde su foco de origen africano los humanos han recorrido a pie largas distancias en diferentes épocas. Además, en el caso de Europa y de Asia se piensa que el poblamiento humano se produjo al menos dos veces, la primera hace mucho tiempo, la segunda en un pasado más reciente, cuando los humanos modernos (de nuestra misma **especie**) se extendieron, otra vez desde África, por todas partes, reemplazando a los descendientes de los primeros emigrantes (y yendo todavía más lejos, hasta Australia y las Américas; sólo la Antártida quedó sin colonizar). Tanto en el caso de los primeros pobladores de Eurasia, como en el de la expansión de nuestra especie por Eurasia, Australia y América cabe preguntarse cuánto tardaron los humanos (arcaicos o modernos) en recorrer a pie esas inmensas extensiones. ¿Cuál era su velocidad de expansión?

Por poner un ejemplo, el fósil australiano lago Mungo 3 procede de una región (Nueva Gales del Sur) que está a más de 4000 km de la costa noroeste de Nueva Guinea (entonces conectada a Australia como consecuencia del descenso del nivel mar asociado a la expansión de las masas de hielo). La costa noroeste de Nueva Guinea es un posible lugar de arribada de los primeros pobladores de Australia; si llegaron desde Timor a las costas australianas la distancia sigue siendo muy grande hasta los lagos de Willandra. Si el fósil lago Mungo 3 tiene una antigüedad de 62.000 años, ¿cuánto tiempo antes se produjo el poblamiento de Australia? ¿Cuánto duró la travesía terrestre hasta los lagos de Willandra?

Es curioso que los fósiles más antiguos de Europa y Asia se hayan encontrado en sus dos respectivos confines: la Península Ibérica, el *finis terrae* occidental, y China y Java en el Extremo Oriente ¿Cuánto tiempo tardarían los humanos en llegar desde África hasta los dos extremos opuestos de Eurasia? ¿Muchos cientos de miles de años o tan sólo unos pocos milenios? Los fósiles humanos del yacimiento de Dmanisi, al sur del Caúcaso, en Georgia, tienen una edad próxima al millón y medio de años. Los primeros fósiles europeos, los de la Gran Dolina en la Sierra de Atapuerca, son mucho más recientes: su antigüedad no llega al millón de años. ¿Cuándo pasaron los humanos la barrera del Caúcaso y cuánto tiempo les llevó plantarse en Burgos? Tal vez más de medio millón de años en una lenta expansión, empujando los límites del territorio humano cada vez más hacia poniente. Sin embargo, los primeros europeos podrían ser en realidad más antiguos de 800.000 años y aproximarse mucho más a la fecha del fósil georgiano. Hay un cráneo procedente de Ceprano, cerca de Roma, cuya antigüedad se desconoce, pero que podría ser tan viejo como los de la Gran Dolina o incluso anterior. En otro yacimiento de la Sierra de Atapuerca, conocido como la Sima del Elefante, hay niveles de hace un millón de años que tal vez deparen evidencias de presencia humana en un futuro. En tanto éstas llegan, podemos preguntarnos cuál es la velocidad de expansión de otras especies de mamíferos que conozcamos mejor. Y las que mejor se conocen son las que están vivas.

En los últimos siglos, la introducción de especies foráneas por la mano del hombre, aunque muy desafortunada siempre, ha resultado un experimento de Biogeografía a gran escala, que por otro lado tiene precedentes muy antiguos: los aborígenes australianos introdujeron hace unos 4.000 años el perro doméstico, que se volvió salvaje y se convirtió en el dingo, la única **especie** de mamífero placentado (aparte del hombre y de los murciélagos) que encontraron los europeos cuando pusieron pie en Australia. Es sabido que los conejos no han necesitado mucho tiempo para extenderse por toda Australia, una isla realmente grande, de tamaño continental.

Jan van der Made ha llamado la atención sobre un caso muy llamativo, el del perro mapache (*Nyctereutes procyonoides*). Se trata de un cánido muy especial, que no tiene nada que ver con el mapache americano salvo en el parecido que le da su antifaz negro. Aunque vivió hace mucho tiempo en Europa, se extinguió luego, y modernamente sólo existía en Asia oriental. Sin embargo, en los años veinte los perros mapaches se intrudujeron por el valor de su pelaje en Rusia occidental y se adaptaron tan perfectamente al medio que se reprodujeron sin problemas en su nueva patria; algo parecido está sucediendo ahora en los ríos de la Sierra de Guadarrama con el visón americano, un animal criado en granjas peleteras que también se ha asilvestrado y compite con la nutria, a la que incluso está desplazando en los últimos años. El perro mapache avanza hacia Europa occidental a una velocidad estimada de 13 km por año, habiendo llegado ya hasta Holanda y Bélgica. En términos geológicos diríamos que la expansión del perro mapache por Europa (o, mejor, su recuperación del continente) se ha producido de forma instantánea, en un tiempo tan breve que el registro de la Tierra no la podría apreciar. De todos modos se puede objetar que los perros mapaches se reproducen todos los años y desde el segundo de vida, mientras que en nuestra especie sólo hay cuatro generaciones por siglo. Sin embargo hay dos casos de expansión geográfica por parte de nuestra que conocemos con cierta precisión cronológica. En un caso se trata de la emigración a un continente "vacío", es decir, sin otra **especie** humana dentro; en el otro se produjo la expansión en un continente "lleno": había seres humanos de otra especie viviendo en él.

Empecemos por el último caso, que no es otro que la expansión del hombre de Cro-Magnon por Europa, la patria de los neandertales. Las primeras fechas seguras de la presencia humana moderna en Europa proceden, curiosamente otra vez, de yacimientos españoles: El Castillo, en Cantabria, y L'Arbreda en Gerona; ambas rondan los 40.000 años. No es probable que los humanos modernos se asomaran mucho antes por el este de Europa, como máximo hace 45.000 años. Hay que matizar, no obstante, que las dataciones mencionadas del Castillo y de L'Arbreda no corresponden a fósiles humanos directamente, sino a niveles auriñacienses, un industria que encontramos siempre asociada a humanos modernos (los más antiguos proceden de yacimientos centroeuropeos de hace unos 32.000 años). La colonización del continente europeo por el hombre de Cro-Magnon parece pues cosa de unos pocos miles de años, tal vez 5.000 años o menos (en realidad, no hay fechas más antiguas que las del Castillo y L'Arbreda para el auriñaciense, salvo unas muy problemáticas de Bulgaria). Otra cosa diferente es la extinción de los neandertales, pues en yacimientos de la Península Ibérica se han fechado niveles [musterienses](#), una industria que siempre aparece asociada a los neandertales en Europa, en algo menos de 30.000 años, es decir, mucho tiempo después de la llegada de los hombres de Cro-Magnon a Europa y, posiblemente, a la Península. Recientemente se han datado directamente fósiles neandertales de Croacia, los del yacimiento de Vindija, en tan sólo unos 28.000 años.

En el caso del poblamiento de América no había otros humanos con los que entrar en competencia. Las fechas más antiguas en yacimientos arqueológicos aparecen alrededor de los 11.000-12.000 años, ¡pero por todas partes casi a la vez, en las dos Américas!. La fecha más remota que se ha publicado es de unos 12.500 años, pero no está en Alaska o Canadá, sino en Monte Verde (Chile) (aunque, como ya se ha comentado, hay quien apunta edades algo anteriores en Norteamérica, que aún están por confirmar). Todo hace pensar que las colonizaciones humanas de continentes enteros se han producido a velocidades vertiginosas (a escala geológica), en auténticos *flashes*.

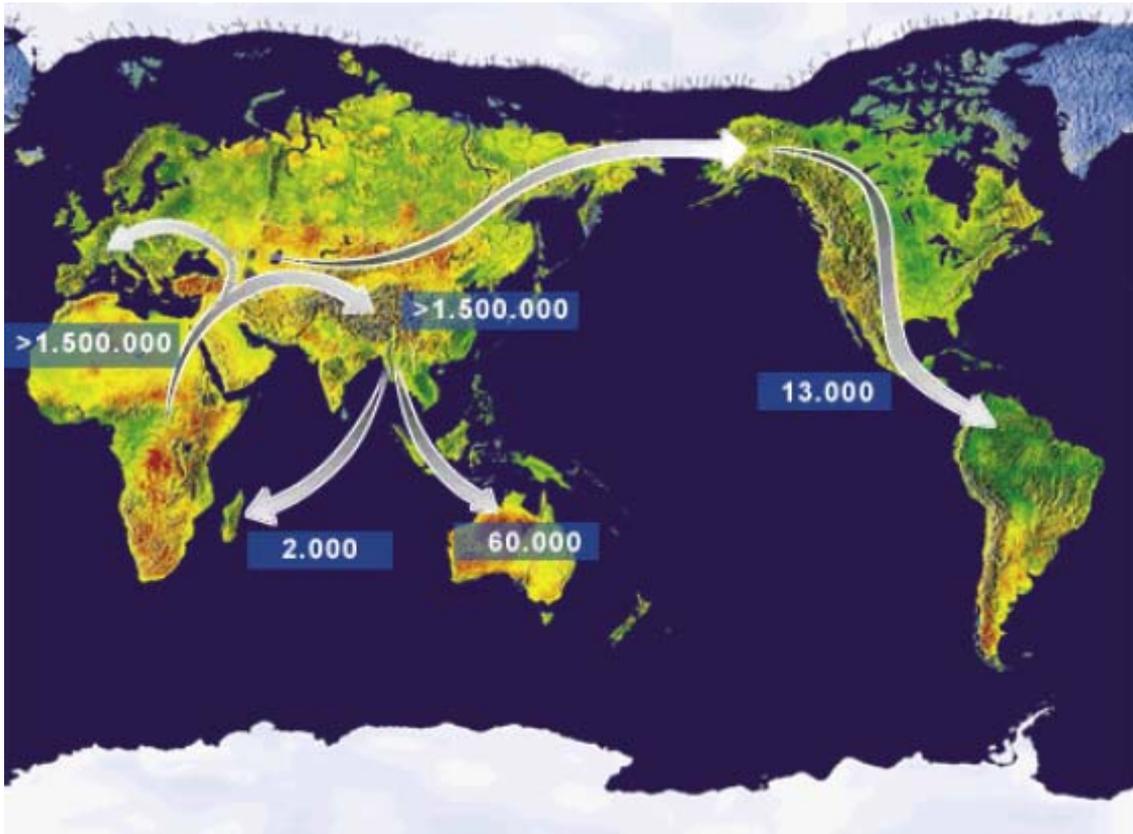


Figura 5.4.7 Difusión de *Homo*. Desde su foco de origen africano los humanos han recorrido largas distancias en diferentes épocas.

4. Actividades

Actividad 1

Analizar en un mapa de las tierras emergidas la extensión de las plataformas continentales, con curvas batimétricas de hasta 150 m.

Actividad 2

Estudiar sobre el mapa con profundidades marinas el efecto que causaría el descenso del nivel marino durante las épocas glaciares y las conexiones entre tierras hoy separadas por brazos de mar.

Actividad 3

Detenerse especialmente en las conexiones terrestres entre las Islas Británicas y el continente europeo, entre el continente asiático e Indonesia, entre las islas de la Gran Australia (Nueva Guinea, Australia y Tasmania), entre Siberia y Alaska por el estrecho de Bering, entre Mallorca y Menorca, etc.

Actividad 4

Estudiar con detalle la línea de Wallace y los cambios de faunas que se observan en la actualidad.

Actividad 5

Analizar sobre un cráneo humano moderno (o en su defecto un atlas de anatomía) los caracteres descritos en el texto: líneas temporales, líneas nucales, relieves superciliares, cresta supramastoidea, posición de la máxima anchura craneal.

5. Autoevaluación

1) Los primates que han cruzado una gran extensión marina son:

- 1.- Los platirrinos.
- 2.- Los gibones.
- 3.- Los papiones.
- 4.- Los homínidos.

2) Las dos especies de chimpancés están separadas por una barrera geográfica que es:

- 1.- El lago Turkana.
- 2.- El desierto de Kalahari.
- 3.- El río Congo.
- 4.- El río Orange.

3) La línea de Movius es:

- 1.- Una frontera biogeográfica.
- 2.- Una frontera cultural/tecnológica.
- 3.- El límite meridional del glaciario norteamericano.
- 4.- La ruta del poblamiento del Pacífico.

4) ¿Qué especie humana pobló Java por primera vez?:

- 1.- *Homo ergaster*.
- 2.- *Homo habilis*.
- 3.- *Homo erectus*.
- 4.- *Homo sapiens*.

5) ¿Cuál es el fósil humano más antiguo de Australia?

- 1.- Lago Mungo 3.
- 2.- WLH 50.
- 3.- Coobool Creek.
- 4.- Kow Swamp.

6) ¿Qué edad máxima tiene el tecnocomplejo Clovis?

- 1.- 30.000 años.
- 2.- 40.000 años.
- 3.- 12.000 años.
- 4.- 5.000 años.

7) ¿Qué edad tiene el más antiguo yacimiento arqueológico de América fechado radiométricamente?

- 1.- 60.000 años.
- 2.- 30.000 años.
- 3.- 40.000 años.
- 3.- 12.500 años.

6. Soluciones

1) Los primates que han cruzado una gran extensión marina son:

1.- Los platirrinos.

2) Las dos especies de chimpancés están separadas por una barrera geográfica que es:

3.- El río Congo.

3) La línea de Movius es:

2.- Una frontera cultural/tecnológica.

4) ¿Qué especie humana pobló Java por primera vez?:

3.- *Homo erectus*.

5) ¿Cuál es el fósil humano más antiguo de Australia?

1.- Lago Mungo 3.

6) ¿Qué edad máxima tiene el tecnocomplejo Clovis?

3.- 12.000 años.

7) ¿Qué edad tiene el más antiguo yacimiento arqueológico de América fechado radiométricamente?

3.- 12.500 años.

Unidad 5, Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca



Sierra de Atapuerca, Burgos

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 La Sierra de Atapuerca: situación geográfica y contexto geológico
- 3.2 Los yacimientos de la Sierra
 - 3.2.1 Génesis de los yacimientos
- 3.3 El yacimiento Trinchera Galería
 - 3.3.1 Trinchera-Galería: estratigrafía y edad
 - 3.3.2 La fauna de Galería
 - 3.3.3 La Vegetación de Galería
 - 3.3.4 Por qué se acumulan los restos en Galería
- 3.4 El yacimiento Trinchera-Dolina
 - 3.4.1 Trinchera-Dolina: estratigrafía y edad
 - 3.4.2 La fauna de Dolina
 - 3.4.3 La vegetación de Dolina
 - 3.4.4 El ecosistema de los humanos de TD6 (*Homo antecessor*)
- 3.5 El yacimiento Sima de los Huesos
 - 3.5.1 La Sima de los Huesos: estratigrafía y edad
 - 3.5.2 *Homo heidelbergensis*: antecedentes
 - 3.5.3 Rasgos anatómicos de los homínidos de la Sima de los Huesos
 - 3.5.4 Cómo llegaron 32 homínidos a la Sima de los Huesos
 - 3.5.5 La fauna y la flora de la Sima de los Huesos
- 3.6 Los humanos del Pleistoceno de Atapuerca: síntesis

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones de Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

En esta unidad se proporcionan los resultados obtenidos acerca de la cronología y estratigrafía de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca, pero no se explica la naturaleza de los métodos propiamente dichos, para lo cual es recomendable consultar las unidades didácticas "*La formación de yacimientos*", "*La medida del tiempo*", "El poblamiento de Europa" y "Los Neandertales".

1.2 Objetivos didácticos

- Ubicar geográficamente los diferentes yacimientos de la Sierra de Atapuerca.
- Conocer la naturaleza de la formación de los diferentes yacimientos de la Sierra de Atapuerca.
- Distinguir los diversos periodos cronológicos que abarcan los yacimientos de la Sierra de Atapuerca.
- Conocer los hallazgos de restos fósiles de **homínidos** más representativos en cada caso.
- Descripción y análisis evolutivo de los rasgos anatómicos de los **homínidos** de la Sima de los Huesos (*Homo heidelbergensis*).
- Conocer el tipo de ambiente (de fauna y flora) que ocupaban los primeros europeos (de Dolina) así como sus descendientes de la Sima de los Huesos.

1.3 Lecturas recomendadas

Para obtener más información acerca de este tema, se recomienda la lectura o consulta de:

Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca (1995) J.M. Bermúdez de Castro, J.L. Arsuaga & E. Carbonell (Eds). Vol 1 y 2. Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, Valladolid.

Atapuerca, un millón de años de historia (1998) J. Cervera, J.L. Arsuaga, J.M. Bermúdez de Castro y E. Carbonell. Plot Ediciones y Editorial Complutense, Madrid.

2. Resumen del tema

Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca, ya excavados o en proceso de excavación y estudio son: Trinchera Galería, La Sima de los Huesos, Trinchera Dolina, y Elefante.

Trinchera Galería consta de varios niveles que evidencian ocupación humana dada la presencia de útiles tallados en piedra que los **homínidos** utilizaban para descuartizar los animales que cazaban. Asimismo, aparecen los propios restos de herbívoros, con marcas de corte provocadas por estos útiles. Además, en la asociación de restos recuperados se encuentran los de los carnívoros que habitaban la sierra en ese tiempo, que también en algunos casos acudían a la cueva para carroñear los restos abandonados por los humanos. Este yacimiento, a su vez cuenta con dos restos humanos, una mandíbula y un pequeño fragmento de cráneo. Los sedimentos de Trinchera Galería se han ido depositando desde hace unos 300-350.000 años hasta hace unos 180.000 años. La información que este lugar ofrece para este periodo de tiempo es muy completa ya que dispone de una amplia representación arqueo-paleontológica.

La Sima de los Huesos, se ha convertido en uno de los más espectaculares lugares del mundo debido a la gran abundancia de humanos acumulados en su interior. Con un total de 32 individuos (al menos), se convierte en el yacimiento **Pleistoceno** con mayor número de **homínidos**. Éstos pertenecen a la **especie *Homo heidelbergensis***, los antepasados de los neandertales. Aquí por vez primera se pueden contestar preguntas relacionadas con la paleobiología de estos **homínidos**, así como realizar estudios paleodemográficos. Junto a los humanos, solo se han recuperado carnívoros y escasos micromamíferos, que se ubican (toda la asociación junto a los humanos) en una edad que ronda los 300.000 años.

La importancia del yacimiento de Trinchera Dolina radica en que en uno de sus niveles (el seis) se han hallado los restos pertenecientes a como mínimo 6 individuos que vivieron hace unos 800.000 años. Estos suponen los primeros habitantes del continente europeo. Además el estudio de estos fósiles ha permitido la creación de una nueva especie de humano, ***Homo antecessor***. Junto a estos restos humanos, aparecen asociadas herramientas líticas y varios fósiles de animales.

En el yacimiento Trinchera-Elefante, se ha practicado un sondeo que permite comenzar a conocer el tipo y antigüedad de restos fósiles y aunque es muy incipiente su estudio, las especies faunísticas sugieren una antigüedad algo mayor del millón de años.

Los yacimientos **Pleistocenos** de la Sierra de Atapuerca constituyen uno de los complejos prehistóricos más importantes del mundo, por conservar depósitos sedimentarios de entre hace alrededor de 1 millón de años y unos 150.000 años, con amplia información sobre la vida durante este amplio lapso temporal.



Figura 5.1.1 En vista aérea es fácil apreciar cómo la trinchera del ferrocarril minero se desvió para introducirse en la Sierra de Atapuerca dejando expuestos varios de los yacimientos arqueo-paleontológicos que albergaba la sierra.

3. Desarrollo del Tema

3.1 La Sierra de Atapuerca: situación geográfica y contexto geológico

La Sierra de Atapuerca es una pequeña elevación (1.082 m), situada a unos 17 km al este de la ciudad de Burgos, que pertenece a las estribaciones del Sistema Ibérico y queda incluido en el borde Nororiental de la Cuenca del Duero, en el sector de comunicación conocida como el "Estrecho de Burgos-Corredor de la Bureba". El río Arlanzón delimita su frente meridional y de sus vertientes nacen los ríos Vena y Pico, cuyas aguas confluyen en la ciudad de Burgos con el Arlanzón. La sierra es una pequeña estructura anticlinal con dirección NO-SE constituida por calizas Cretácicas y Jurásicas, y resalta sensiblemente en el paisaje, formando un relieve residual. Está rodeada por terrenos neógenos, con superficies de pie de monte y glacis en las laderas, y terrazas fluviales en la vega.

El clima es mediterráneo templado y el paisaje predominante es el de baja montaña, con matorral de encinas y quejigos en las zonas elevadas y pequeñas manchas abiertas de robles entre los campos de cereal. En el lecho del río Arlanzón aparecen las típicas bandas de vegetación de ribera, en donde destacan chopos, sauces y fresnos. (ver figura 5.5.2)



Figura 5.5.2 Sierra de Atapuerca y la vega del río Arlanzón

Dentro del karst (sistema de cavidades) de la Sierra de Atapuerca destaca el Sistema Cueva Mayor-Cueva del Silo, que con un desarrollo de 3.700 metros, es uno de los mayores de la Cuenca del Duero. Su origen se debe a la disolución de las calizas cretácicas en condiciones freáticas, en tiempos en los que el nivel de base del río Arlanzón estaba en cotas bastante más elevadas que las actuales. Esta infiltración y circulación subterránea de parte de las aguas del Arlanzón por las cavidades de la Sierra dio origen a la cabecera del río Pico, en el borde occidental de la Sierra.

3.2 Los yacimientos de la Sierra

3.2.1 Génesis de los yacimientos

El complejo **Pleistoceno** de la Sierra de Atapuerca está compuesto por una veintena de yacimientos, de los que se estudian sistemáticamente cuatro: *Gran Dolina*, *Galería*, *Elefante* (en la Trincher del Ferrocarril) y la *Sima de los Huesos* (situada en el interior de Cueva Mayor). Los tres primeros forman parte de rellenos que colmatan sectores próximos a entradas de antiguas cavidades y el tercero consiste en sedimentos fosilíferos depositados en el fondo de una sima, también cercana a una antigua entrada hoy colmatada, del sistema Cueva Mayor-Cueva del Silo.

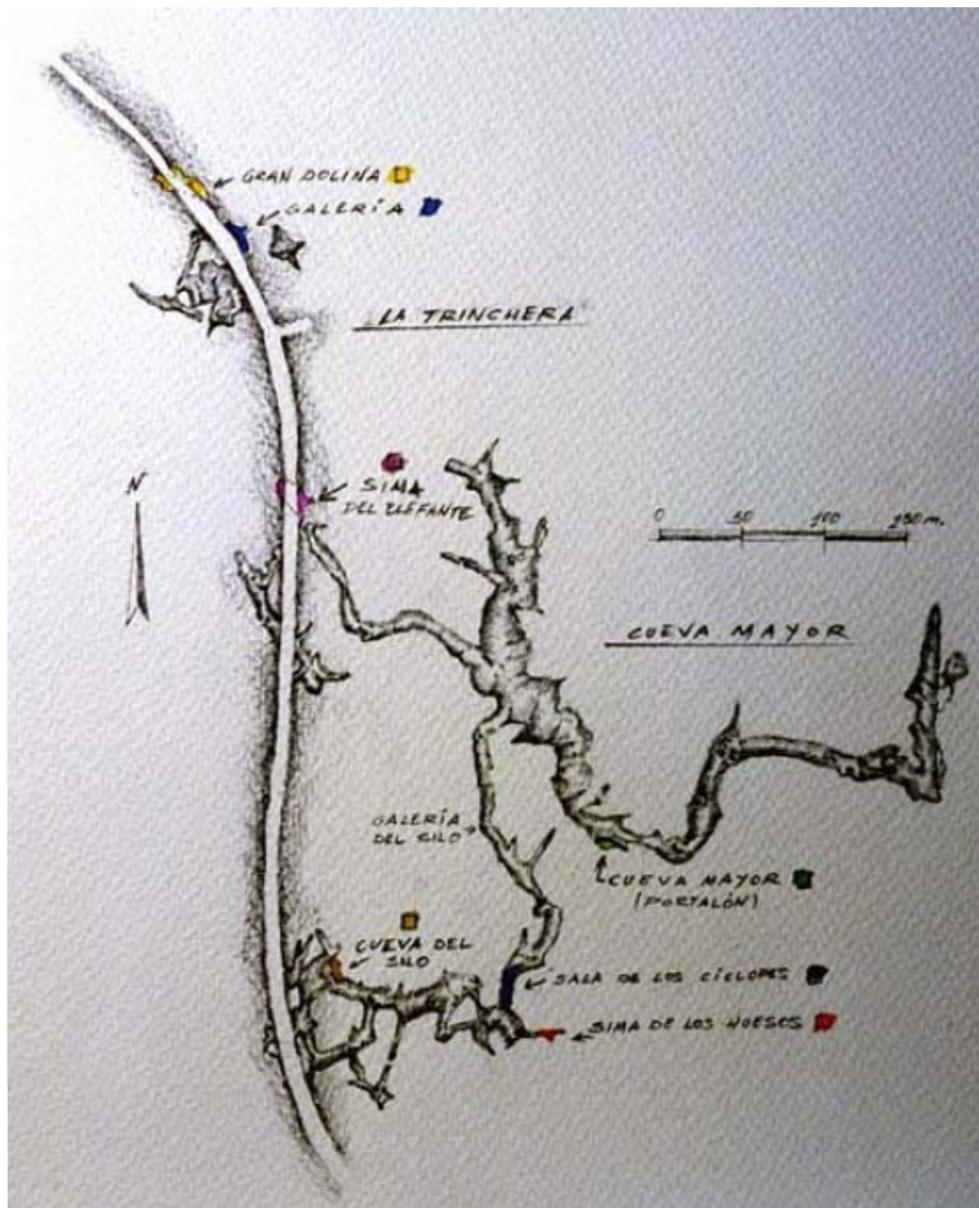


Figura 5.5.3 situación de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca

Por las entradas de las cuevas van penetrando aportes terrígenos que se mezclan con bloques caídos del techo de la cavidad y con los materiales introducidos por los diferentes animales que habitan en las cuevas, sobre todo los carnívoros, y también por los humanos. La cavidad se inunda en épocas de grandes precipitaciones o deshielos, produciéndose una acumulación de los diferentes sedimentos que llegan a sellar por completo las entradas, impidiendo el acceso al interior. Con el paso del tiempo la vegetación enmascaró estas cavidades. Posteriormente, la erosión natural, las canteras, y principalmente la construcción de una trinchera para el paso de un ferrocarril minero las dejaron al descubierto.

3.3 El yacimiento Trinchera Galería

3.3.1 Trinchera-Galería: estratigrafía y edad

Su secuencia es de entre 6 y 13 metros de potencia con unos 35 m² de superficie y ha sido excavado entre los años 1979 y 1995. En la actualidad, se ha dado por concluida esta excavación, en la que se han recuperado más de 1.400 instrumentos **líticos**, 6.150 restos óseos de macromamíferos (carnívoros y herbívoros), abundantes restos de microvertebrados y dos restos humanos: una mandíbula y un fragmento de parietal, perteneciendo todo el conjunto al **Pleistoceno** medio. Ver figura 5.5.4.



Figura 5.5.4 Rellenos de sedimento arcilloso en Trinchera-Galería hasta colmatarse la cavidad.

Galería comprende un pequeño complejo cárstico con tres sectores, TG, TN y TZ. El sector central (TG) es una galería subhorizontal, que dá nombre al conjunto y que conecta los otros dos sectores: al norte la Covacha de los Zarpazos (TZ), una cavidad rellena de sucesivas capas de sedimentos detríticos, y al sur Boca-Norte (TN), una chimenea conectada con la ladera exterior por su parte superior, por donde ha ido rellenándose con aportes externos.

El yacimiento de Galería consta de 6 unidades estratigráficas, la unidad basal (G I), está compuesta por sedimento de interior de cueva donde no encontramos ningún resto fósil ni industria lítica, y donde se ha detectado la inversión paleomagnética [Matuyama/Bruhnes](#), lo que nos indica una edad de al menos 780.000 años. Por encima de este primer tramo de base, se encuentra el nivel G II, en cuya parte superior hay capas de murciélaguina (guano de murciélago), que indican el momento en que la cueva se abrió al exterior. A partir de este nivel, la cueva se va rellenando con sedimentos introducidos desde el exterior, dando lugar a la formación del yacimiento. El paquete que reúne los niveles G II y G III es el que contiene la evidencia fósil de Galería: instrumentos [líticos](#), los fósiles humanos y los de fauna. Ver figura 5.5.5

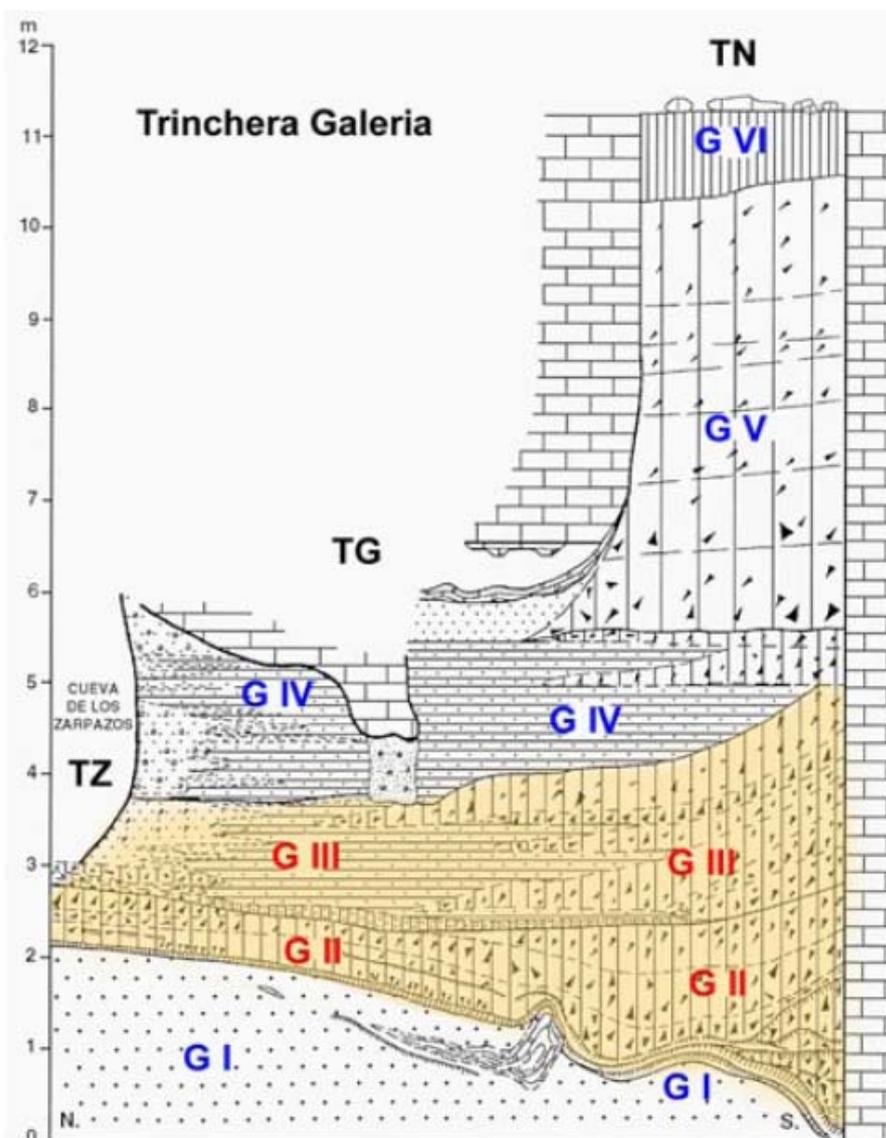


Figura 5.5.5 El yacimiento Trincheras-Galería consta de tres partes: Covacha de los Zarpazos (TZ), Galería (TG) y un conducto vertical, Boca Norte (TN). Las Unidades II y III son las que han proporcionado las ricas evidencias fósiles del yacimiento.

Un espeleotema que se formó techando el último nivel del yacimiento con restos fósiles, es decir justo por encima de la unidad GIV, ha sido datado utilizando diferentes métodos proporcionando edades rondando los 200.000 años de antigüedad (por Resonancia del Espín Electrónico: 211.000 +/- 32 años y 177.000 +/- 23 años y por Series de Uranio: alrededor de 180.000 años). El paquete de sedimento con fósiles que rellenó la cavidad de Galería pertenece al **Pleistoceno** medio y es más antiguo de 200.000 años, aunque no es tan sencillo saber cuanto más antiguo. Dado el estado evolutivo de todas las diferentes **especies** de animales, parece apuntar hacia una edad entre 200.000 y 400.000 años, pero no más antiguo. Ver figura 5.5.6.

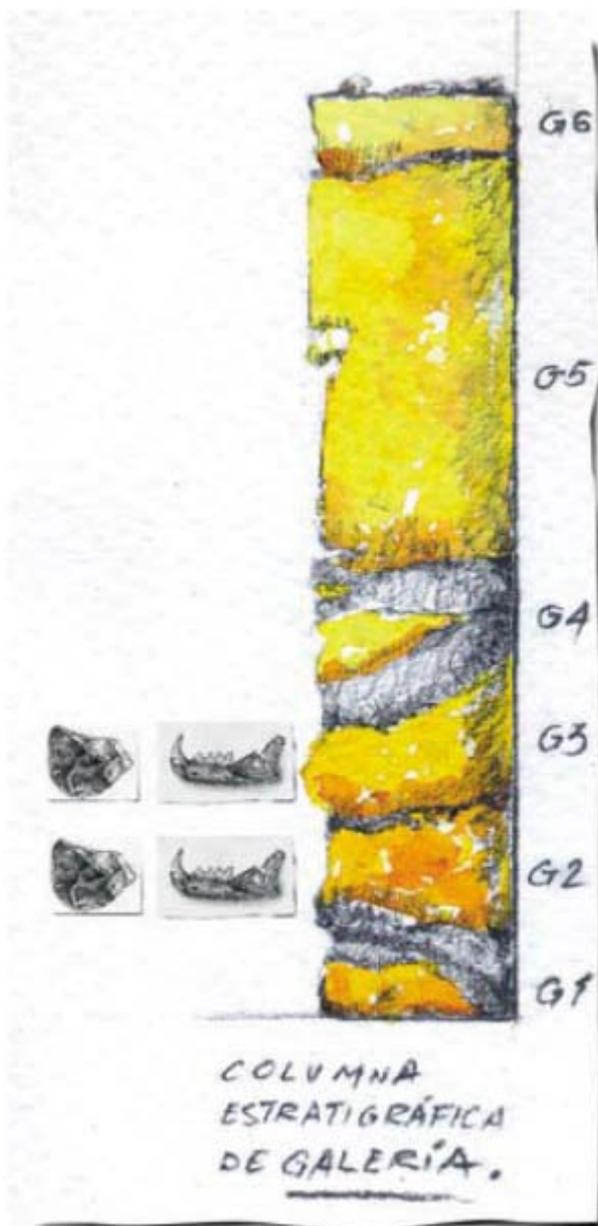


Figura 5.5.6

Las dataciones realizadas mediante diversos métodos en un espeleotema que techó el último nivel de Galería con restos fósiles (encima de la cuarta unidad), rondan los 200.000 años, luego los sedimentos de Galería pertenecen al **Pleistoceno** medio y son más antiguos de 200.000 años.

3.3.2 La fauna de Galería

La asociación faunística del yacimiento Trinchera-Galería de las unidades GII y GIII es la siguiente:

- Micromamíferos: *Marmota* sp., *Hystrix vinodagrovi* (Puercoespín), *Arvicola sapidus* (Rata de agua), *Terricola atapuerquensis*, *Microtus arvalis*, *Iberomys brecciensis*, *Pliomys lenki*, *Allocricetus bursae*, *Apodemus* sp. (ratón) *Eliomys quercinus* (lirón careto).
- Herbívoros: *Equus caballus* (Caballo), *Stephanorhinus* cf. *hemitoechus* (Rinoceronte), *Cervus elaphus* (Ciervo), *Dama dama clactoniana* (Gamo), *Megaloceros giganteus* (ciervo gigante), *Capra pyrenaica* (cabra montés), *Bovinae* indet (uro o bisonte).
- Carnívoros: *Cuon alpinus europaeus* (perro jaro), *Canis lupus* (lobo), *Vulpes vulpes* (zorro), *Panthera leo* (león), *Lynx pardina spelaea* (lince ibérico), *Felis silvestris* (gato montés), *urdus spelaeus* (oso de las cavernas), *Meles meles* (tejón) y *Mustela* sp. (nivalis/erminea).

3.3.3 La Vegetación de Galería

Solo los 3 metros superiores (niveles GIII y GIV) presentan material polínico suficiente para llegar a una interpretación que permita reconocer cambios en la vegetación relacionados con variaciones climáticas así que nos centraremos en GIII ya que solo en éste ha habido ocupación humana y restos fósiles.

Desde la parte más basal de GIII hasta el techo, se detecta una sustitución de especies indicadoras de un ambiente templado y húmedo, como son: *Quercus* (siendo más abundantes los de tipo caducifolio), *Fagus* (haya), *Alnus* (aliso), *Corylus* (avellano), *Juglans* (nogal), *Fraxinus* (fresno), *Picea* (falso abeto), *Erica* (brezo), hacia otro ambiente (en GIV, en la parte superior) típicamente termomediterráneo (templado pero menos húmedo) con **especies** representativas como: *Olea* (acebuche), *Pistacia* (lentisco), *Ligustrum* (aligustre), *Phyllirea* (labiérnago), *Rhamnus* (aladierno), *Myrtus* (arrayán), *Celtis* (almez), pasando por un episodio más frío y seco intermedio entre estos dos periodos anteriormente descritos, dominado por herbáceas y pinos (*Pinus*).

Así los niveles inferiores de GIII (con varios suelos que indican ocupación humana) estarían representados por especies adaptadas a un clima más húmedo y templado que el actual en la Sierra de Atapuerca, similar a los actuales bosques centroeuropeos. A techo de GIII, las condiciones se degradan hacia un empobrecimiento de los niveles hídricos y un ligero enfriamiento del ambiente.

3.3.4 Por qué se acumulan los restos en Galería

Dada la escasez de restos de carnívoros juveniles, queda descartado que éstos hicieran uso de la cavidad como madriguera. Es inusual la alta proporción de carnívoros y la explicación bien podría ser una trampa natural: podrían haber caído por el conducto vertical (TN) atraídos por el olor que desprenderían los cadáveres de otros animales (herbívoros principalmente) que previamente hubieran quedado atrapados allí. Quizás los carnívoros habrían accedido al yacimiento desde otra entrada cercana por donde habrían introducido a sus presas (herbívoros) cazadas. La presencia de industria lítica (especialmente en la unidad GII), se explica por las visitas esporádicas pero constantes durante este período de **homínidos** a esta cavidad. Los humanos debían conocer las frecuentes muertes accidentales que aquí se producían y acudían así a su cita con útiles fabricados (con anterioridad) en piedra (los estudios realizados por los arqueólogos confirman que en este yacimiento apenas se fabricaban instrumentos, sino que traían consigo el material necesario para el descuartizamiento. A veces se encontrarían frente a restos de animales consumidos por carnívoros, cuyo tuétano (muy energético) aún quedaría por ser extraído, ya que a excepción de las hienas, los carnívoros no son capaces de astillar la caña (**diáfisis**) de los huesos largos. Por tanto en algunos casos, la actividad humana en Trinchera Galería se interpreta como "acceso primario" y en otros como "acceso secundario" al alimento. Ver figura 5.5.7.

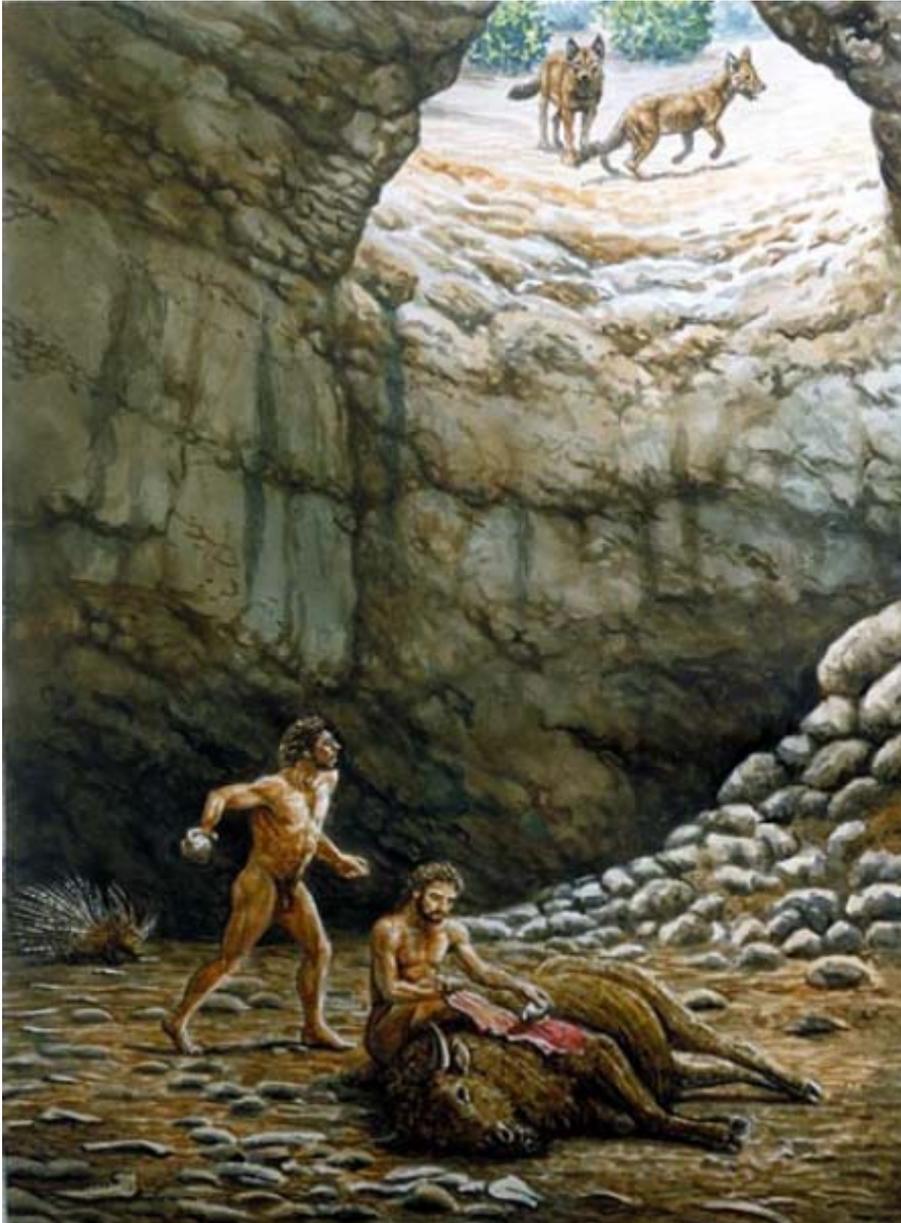


Figura 5.5.7 Hace alrededor de 300.000 años, Trinchera-Galería funcionó como una trampa natural donde los humanos acudían esporádicamente para aprovechar la carne de animales que se despeñaban accidentalmente por la boca vertical que conectaba con el exterior. Algunos carnívoros también se cayeron.

3.4 El yacimiento Trinchera-Dolina

3.4.1 Trinchera-Dolina: estratigrafía y edad

El yacimiento Trinchera-Dolina, expuesto al igual que Trinchera-Galería en la trinchera de un antiguo ferrocarril minero abandonado, es una de las más completas secuencias del **Pleistoceno** europeo, ya que cuenta con una potencia de sedimentos de más de 18 metros, con materiales que abarcan desde el Pleistoceno inferior hasta final del Pleistoceno medio. (figura 5.5.8). En el curso de un sondeo de apenas 6 m² que se realizó para conocer la secuencia del yacimiento han sido hallados, en el nivel 6 (TD6), 84 restos humanos pertenecientes a una nueva **especie**: *Homo antecessor*. Este descubrimiento ha supuesto una revolución en las hipótesis de la colonización de Europa por los **homínidos**. Solo un nivel (el 8) presenta un hiato temporal con interrupción de la sedimentación, por lo que durante un lapso de tiempo (quizás unos 100.000 o 150.000 años) no se produce sedimentación (aportes de sedimentos del exterior de la sierra) en la cueva y por tanto no queda constancia de ninguna actividad en ese periodo. Los análisis de paleomagnetismo efectuados en toda la secuencia de Dolina detectan la reversión magnética **Matuyama/Bruhnes** en la base de TD7. Esta reversión tuvo lugar hace 780.000 años, así que los restos fósiles de *Homo antecessor* procedentes del nivel inferior TD6, son algo más antiguos. No se profundiza en esta unidad sobre las características anatómicas y la asignación específica de *Homo antecessor*, ni tampoco sobre el poblamiento de esta especie humana en Europa, ya que existe una unidad completa dedicada a estos temas ("El poblamiento de Europa").



Figura 5.5.8 La potencia de sedimentos de Trinchera-Dolina supera los 18 metros, con materiales que abarcan desde el **Pleistoceno** inferior hasta final del Pleistoceno medio.

Se han descrito en este yacimiento hasta 11 niveles estratigráficos. Los niveles superiores (del 7 a 11) presentan polaridad magnética normal y corresponden al Pleistoceno medio, mientras que los inferiores (1 a 6) muestran polaridad magnética invertida, asignándose al Pleistoceno inferior. También se ha analizado el **esmalte** dental de animales procedentes de los niveles 6 al 11 mediante métodos de datación directa (ESR y series de Uranio). Las dataciones sitúan el nivel 6 al final del Pleistoceno inferior, y en el Pleistoceno medio a los niveles 8, 10 y 11. Por tanto los resultados obtenidos a partir de diversos métodos geocronológicos son consistentes. Ver figura 5.5.9.

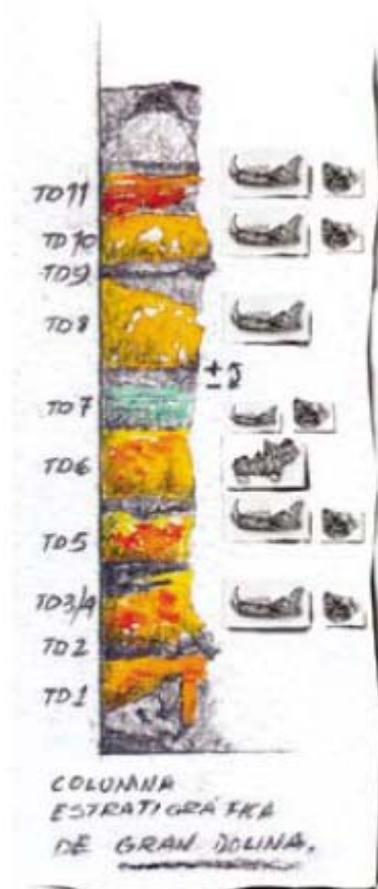


Figura 5.5.9

En la parte superior del nivel TD7 de la Gran Dolina se produce el cambio de polaridad magnética datado en 780.000 años. En el nivel TD6 es donde han aparecido los restos de los primeros pobladores de Europa: *Homo antecessor*.

3.4.2 La fauna de Dolina

En Dolina se dispone de datos faunísticos definitivos de los niveles excavados (niveles 11 y parte del 10) que aún están siendo objeto de estudio y son solo preliminares. El nivel TD6 está solo parcialmente excavado fruto de las intervenciones del sondeo. Los trabajos de excavación en extensión aún no han alcanzado este rico nivel en fósiles humanos. Sin embargo, en la unidad titulada "Fauna y Flora en el Cuaternario europeo", se revisan en detalle las faunas de Dolina, concretamente en el apartado de dedicado a "las faunas del Cromer". La asociación de micro- y macromamíferos de gran parte del yacimiento desde el nivel TD4 hasta el TD8, es típica Cromeriense, mientras que los dos niveles superiores (TD10 y TD11) son más modernas y similares a las de Galería y la Sima de los Huesos.

3.4.3 La vegetación de Dolina

En general, en toda la columna predominan los *Quercus* caducifolios y perennifolios, y en ciertos momentos abundan más *Pinus* y Cupresáceas. De más antiguo a reciente las asociaciones botánicas son:

- Hace unos 900.000 años, las condiciones de la Sierra eran frías y húmedas, con bosques de abedules (*Betula*), pinos (*Pinus*), robles (*Quercus* caducifolios) así como coníferas tipo enebros y tujas (Cupresáceas).
- Según ascendemos en la columna la combinación de taxones sugiere una época de transición entre un periodo frío y uno cálido con robles y pinos junto a haya, abedul, nogal, olmo y acebuche (olivo silvestre).
- En la parte inferior de TD6 predominan las Cupresáceas, los *Quercus* (tanto perennifolios como caducifolios) y el acebuche. Ya en el estrato Aurora la presencia de ciertos taxones típicamente mediterráneos como algarrobo (*Ceratonia*), almez (*Celtis*), acebuche (*Olea*), lentisco (*Pistacia*) y labiérnago (*Phyllirea*), nos indica unas características climáticas cálidas.
- La asociación de TD7 corresponde a condiciones ni frías ni muy cálidas, todavía con Cupresáceas pero en menor cantidad que en TD6, pinos, ambos tipos de *Quercus*, haya, acebuche y vid.
- En TD8 los castaños sustituyen a los *Quercus*. Además hay abedul, arce, aliso, hiedra, haya, sauce y brezos que apuntan a un clima poco extremo, templado más bien cálido.
- TD10 representa la última fase de relleno con contenido en polen. Aquí disminuyen las especies mediterráneas como el acebuche y templadas como los *Quercus* caducifolios y aumenta el pino.

3.4.4 El ecosistema de los humanos de TD6 (*Homo antecessor*)

Tanto *Mimomys savini* (rata de agua) como *Iberomys huescarensis* (antepasado del topillo de cabrera) y *Castor fiber* (castor) son roedores que precisan agua o humedad. Además los dos primeros viven en ambiente entre templado y cálido.

Como ya hemos comentado, las especies vegetales de este nivel son principalmente Cupresáceas, *Quercus* perennifolios y caducifolios y *Olea*, aunque las Cupresáceas abundan especialmente en los niveles basales de TD6, siendo sustituidas gradualmente según ascendemos en el nivel por los *Quercus* caducifolios y las Ericáceas. Este hecho puede interpretarse como un cambio en las condiciones climáticas desde una alta xericidad (sequedad) hacia un incremento de humedad.

Además, la presencia de ciertos taxones típicamente mediterráneos como algarrobo, almez, acebuche, lentisco y labiérnago, indica unas características climáticas cálidas. De esta manera, tanto la evidencia faunística como la vegetación, nos informan de un clima entre templado y cálido, y de considerable humedad.

Los mamíferos de gran talla, herbívoros y carnívoros, no nos aportan datos a este respecto. Los osos siempre ocupan áreas boscosas próximas a cuevas, pero tampoco la temperatura parece limitarles, puesto que aunque los meses fríos los pasa hibernando, muchos osos que habitan zonas con temperaturas no tan estrictas no hibernan. De los demás taxones, corzo, gamo, jabalí, ciervo, caballo, elefante, uro, zorro, gato montés, pantera, hiena y mustélidos, ninguno presenta restricciones ni adaptaciones que nos indiquen condiciones climáticas particulares, sino que en general pueden habitar bosques más o menos densos próximos a pastos frescos.

Lo que se deduce de estas inferencias paleoclimáticas es que *Homo antecessor*, vivía bajo condiciones entre templadas y cálidas y con considerable humedad, con una alta biodiversidad de animales de bosque y de pastos frescos. Ver figura 5.5.10.



Figura 5.5.10 De los que se deduce del estudio de la fauna y flora de Dolina, *Homo antecessor* vivía en un ambiente entre templado y cálido y con considerable humedad, con una alta biodiversidad de animales de bosque y de pastos frescos.

3.5 El yacimiento Sima de los Huesos

3.5.1 La Sima de los Huesos: estratigrafía y edad

Este yacimiento del **Pleistoceno** medio se encuentra situado a menos de 1 km de los yacimientos de Trinchera-Galería y Trinchera-Dolina, en el interior de una cueva y en el fondo de una sima. Ha proporcionado restos fósiles de **homínidos** (al menos 32 individuos, de distintas edades y ambos sexos) junto con carnívoros, mayoritariamente osos, y micromamíferos sin que hasta hoy hayan aparecido restos de herbívoros.

Hace al menos 300.000 años existía una cavidad cercana a la Sima de los Huesos abierta al exterior. Esta antigua entrada debió colapsarse y el acceso actual dista alrededor de medio kilómetro de la Sima. Algunos animales, como por ejemplo los osos, utilizaron esta cueva como refugio durante miles de años. Los osos que encontramos en la Sima de los Huesos son *Ursus deningeri* y son los antepasados de los enormes osos de las cavernas (*Ursus spelaeus*). Los métodos de datación aplicados en el yacimiento son principalmente ESR (resonancia del espín electrónico) y series de Uranio. Una combinación de ambas técnicas proporciona edades comprendidas entre 320 ka y 200 ka.

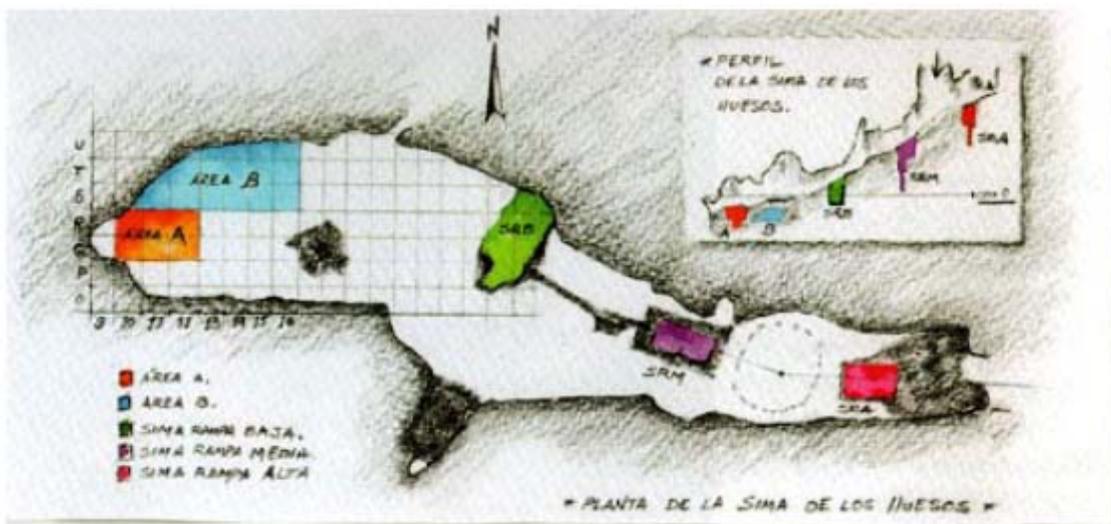


Figura 5.5.11a Croquis de las áreas de excavación de la Sima de los Huesos



Figura 5.5.11b. Algunas de las mandíbulas de *Ursus deningeri* encontradas en la Sima de los Huesos

3.5.2 *Homo heidelbergensis*: antecedentes

Con anterioridad a los descubrimientos de la Sima de los Huesos, se pensaba que hubo dos líneas evolutivas europeas durante el **Pleistoceno** medio, la que culminaba con *Homo sapiens* y la que dio lugar, evolucionando de manera paralela, a los neandertales. Las principales evidencias fósiles de humanidad anterior a los neandertales eran: una mandíbula procedente de Mauer (Alemania) fechada en unos 500.000 años, un cráneo bastante completo hallado en Stenheim (Alemania) con una edad cercana a los 300.000 años, restos neurocraneales rescatados de las terrazas del río Támesis (Inglaterra) en Swanscombe, dientes deciduos y un occipital hallados en Vertesszöllös (Hungría) datados en unos 200.000 años, un cráneo muy completo localizado en la cueva griega de Petralona, más de 50 restos humanos procedentes de Tautavel (Francia) de unos 400.000 años de antigüedad, una mitad posterior de un neurocráneo encontrado en Bache-Sain-Vaast (Francia) de unos 180.000 años.

A esta lista se le deben sumar unos pocos fósiles más aunque de menor relevancia. Ésta da idea de la escasa información que sobre las poblaciones humanas del Pleistoceno medio (los preneandertales) se tenía hasta los hallazgos de la Sima de los Huesos.

3.5.3 Rasgos anatómicos de los homínidos de la Sima de los Huesos

La completísima muestra de la Sima de los Huesos ha ayudado a comprender mejor la evolución humana en el lapso de tiempo que comprende entre los 500.000 y los 150.000 años. Hasta el momento son más de 2000 los restos humanos encontrados de como mínimo 32 individuos. Utilizando como criterio la dentición (la parte esquelética más representada), se puede afirmar que 3 de ellos eran niños, 16 eran adolescentes y los 13 restantes eran mayores de 20 años. Ver figura 5.5.12.



Figura 5.5.12 Hasta la fecha se han recuperado en la Sima de los Huesos restos pertenecientes a al menos 32 individuos de diferentes edades.

Solo dos de los cráneos recuperados permiten realizar el cálculo de su capacidad craneal y ésta es grande: 1.125 cc el Cráneo 5, y 1.390 cc el Cráneo 4 y el volumen cerebral estimado para el Cráneo 6 es de 1.220 cc.

En vista lateral, el neurocráneo aún no presenta la forma alargada ni la protuberancia occipital de los neandertales, así como tampoco el aplanamiento lamboidal. Ver figura 5.5.13.



Figura 5.5.13 Vista lateral del Cráneo 4. La capacidad craneal es de 1390 cc y aún no presenta las típicas características neandertales.

Observando el cráneo desde atrás vemos que la anchura máxima se sitúa en la parte inferior del cráneo, en las crestas supramastoideas. En vista posterior vemos que a partir de estas crestas las paredes laterales convergen hacia arriba hasta adquirir una posición vertical(paralela). Esta forma resulta intermedia entre la primitiva (forma pentagonal baja) y la de los neandertales (redondeada). El **torus** occipital es horizontal y central pero a diferencia de lo que se observa en neandertales, en los individuos de la Sima no se proyecta bilateralmente ni presenta una depresión en el medio (ver figura 5.5.14).



Figura 5.5.14 En vista posterior se aprecia la morfología intermedia: paredes laterales verticales (paralelas) en lugar de la primitiva (forma pentagonal baja) y la de los neandertales (redondeada)

Solo uno de los cráneos conserva la cara, el Cráneo 5, el cráneo más completo del registro fósil mundial (ver figura 5.5.15). La cara es extraordinariamente grande comparada con el neurocráneo, y es más prognata (avanzada) que la de los neandertales. En vista frontal se observa un reborde óseo por encima de las órbitas (torus supraorbital) que recuerda a la que presentan los neandertales. También poseen otros rasgos comunes a neandertales como el **prognatismo** mediofacial, huesos nasales amplios y sobresalientes, posición avanzada de la dentición superior y del subespinal y espacio **retromolar** (espacio libre trás el tercer molar) en la mandíbula. Por el contrario algunos rasgos difieren de los neandertales, como la placa infraorbitaria cóncava en lugar de plana o convexa. De estos rasgos deducimos que el Cráneo 5 no se corresponde con el esquema facial típico de los neandertales, aunque se encuentra en un claro **estadio** de transición.

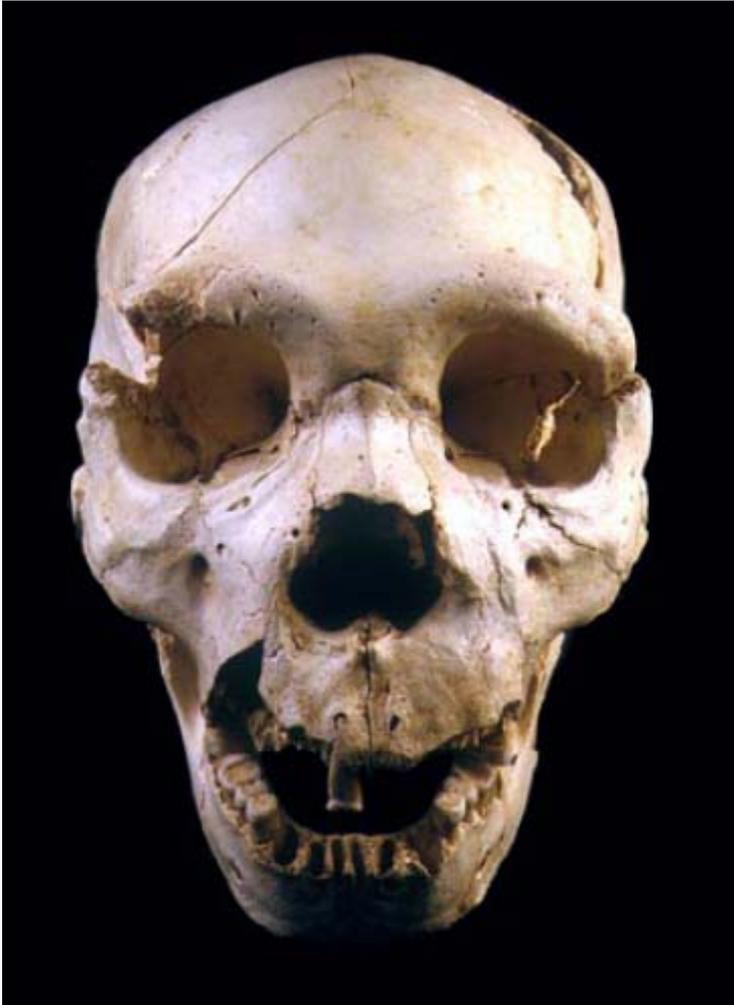


Figura 5.5.15 Vista frontal del Cráneo 5, el cráneo más completo de todo el registro fósil con una capacidad craneal de 1.125cc. El reborde óseo por encima de las órbitas (**torus supraorbital**) recuerda a los de los neandertales mientras que algunos rasgos difieren de los neandertales, indicando un estado de transición.

Los cráneos de la Sima de los Huesos presentan rasgos primitivos que los neandertales no poseen junto a incipientes caracteres neandertales en los huesos temporal y occipital. Finalmente otros ya con una morfología neandertal más típica en el torus supraorbital y el esqueleto facial.

A partir de una pelvis masculina muy completa (pelvis 1) que apareció en las excavaciones de 1994 junto con otras pelvis menos completas, sabemos que eran robustos, con inserciones musculares muy marcadas. Las diferencias de forma entre las pelvis masculinas y femeninas (**dimorfismo** sexual) en estos **homínidos** son similares a las de nuestra propia **especie** por tanto podemos deducir a partir del completo ejemplar masculino, la forma de una pelvis femenina del **Pleistoceno** medio. En cuanto al tamaño, la media masculina actual es entre el 10 y el 20 por ciento mayor que la femenina y esa diferencia es la misma calculada en los humanos de la Sima de los Huesos. El canal del parto del individuo de la Sima es tan grande que por él podría pasar sin dificultad la cabeza de un feto actual, y considerando que las mujeres del Pleistoceno medio tendrían un canal pélvico mayor (como sucede en nuestra especie), el parto sería más holgado y menos difícil que el de las mujeres modernas. Ver figura 5.5.16.



Figura 5.5.16 Pelvis 1 (derecha) apodada "Elvis" procedente de la Sima de los Huesos, junto a una pelvis moderna (izquierda).

A partir de varios fragmentos de fémur que corresponden al individuo de la pelvis 1 se le puede estimar una estatura de unos 175 cm. Esta altura corresponde con la media de los individuos de una población moderna y es algo superior que la de los neandertales. Utilizando la anchura de la pelvis, que está muy correlacionada con la anchura del tronco y tórax, y varias medidas del fémur, se le estima un peso de unos 95 kg. Este peso sería fácilmente superado (quizás incluso más de 100 kg) considerando que la estimación se realiza con datos de poblaciones modernas más gráciles y éstos humanos tenían una mayor masa muscular, además de mayor grosor de sus paredes óseas. Se puede, en definitiva concluir que los humanos de la Sima, y en general del **Pleistoceno** medio europeo, eran fuertes y de gran corpulencia. Ver figura 5.5.17.



Figura 5.5.17 Utilizando el fémur y la pelvis, se puede estimar el peso y la estatura promedio de estos humanos que habitaron Europa hace más 300.000 años. Se sabe que eran fuertes y de gran corpulencia.

Al igual que ocurre con los restos craneales, los rasgos del esqueleto postcraneal indican que estos humanos del **Pleistoceno** medio aún no han adquirido la morfología neandertal, sino que se encuentran en una posición intermedia de esta línea evolutiva.

3.5.4 Cómo llegaron 32 homínidos a la Sima de los Huesos

Los osos pasan el invierno en un estado similar al sueño, reducen su metabolismo al mínimo, escondidos para estar protegidos mientras atraviesan esta fase de indefensión. Los oseznos nacen durante este período. Al comenzar la primavera se reaniman y salen de sus cuevas, delgados y hambrientos. Por eso no es extraño encontrar huesos de oso, en rincones de cuevas donde murieron por no haber acumulado suficientes reservas en el otoño para sobrevivir durante su "sueño invernal". En las diferentes salas de la Cueva Mayor, los restos de osos son abundantes, lo que indica que los osos solían ocupar las distintas cavidades para hibernar.

La Sima de los Huesos, cuenta con la muestra más numerosa de osos de esta especie (*Urdus deningeri*) que se conoce: al menos 162 individuos adultos junto a 8 oseznos. Aunque, estos osos no hibernaban al fondo de este pozo de 13 m. de reducidas dimensiones, sino que fueron cayendo en esta trampa al intentar bajar, atraídos por el olor de otros animales que a su vez habían sido víctimas de la sima. No todos morían al caer, y al no poder salir de allí terminaban muriendo tras un tiempo no sin antes carroñear y remover los restos de otras víctimas desafortunadas como ellos mismos. Ver figura 5.5.18.



Figura 5.5.18 La sima fué una trampa mortal para osos y otros carnívoros que atraídos por el olor de la carroña de anteriores víctimas se caían y finalmente morían.

Este triste fin no solo lo tuvieron los osos, aunque fueron los principales protagonistas de esta masiva acumulación dado que eran los habituales ocupantes de la cueva, sino que a su vez otros carnívoros eran atraídos y caían accidentalmente. Durante miles de años fueron acudiendo al pozo siguiendo su olfato que les indicaba la existencia de un gran festín de carroña en su interior, y allí fueron fosilizando sus restos óseos. Además diversos estudios realizados, llevan a concluir que sus esqueletos están completos, es decir la acumulación fué de cadáveres y puede descartarse que los restos procedan de un punto alejado y posteriormente hayan sido transportados por otros agentes como carnívoros (que a veces acarrear algunas piezas de un animal cazado o carroñeado), o sencillamente por una corriente de agua.

El mismo tipo de estudio tafonómico se ha llevado a cabo con los restos humanos y el resultado es muy similar, aunque por diferente causa. Allí quedaron acumulados los cadáveres completos de al menos 32 individuos de diversas edades y la interpretación más lógica y sencilla, es que puesto que los humanos no eran frecuentes merodeadores de la cueva como los carnívoros, fueron otros humanos, su propio grupo, los que los depositaron allí. Al morir los transportaban y arrojaban a esa profunda sima. Ver figura 5.5.19



Figura 5.5.19

La sima fué un lugar de "ida sin retorno" para los carnívoros pero de distinta manera también lo fué para los humanos que eran arrojados allí por los suyos al morir.

3.5.5 La fauna y la flora de la Sima de los Huesos

Junto a los *Ursus deningeri*, se han recuperado restos de otras especies de carnívoros: *Panthera leo* cf. *fossilis* (un enorme león) *Panthera* sp. (un félido de tamaño medio tipo leopardo o jaguar), *Lynx pardinus spelaeus* (el antepasado del actual lince ibérico), *Felis silvestris* (gato montés), *Canis lupus* (lobo), *Martes* sp. (que puede tratarse bien de marta o de garduña), *Mustela* sp. (del tipo del turón), *Mustela* sp. (del más pequeño tamaño tipo comadreja (*Mustela nivalis*), o armiño (*Mustela erminea*). Además hay al menos 24 zorros adultos (*Vulpes vulpes*) que también se encuentran en la Sima, siendo pues este último el segundo carnívoro más numeroso.

Apenas hay restos de polen que nos informan sobre la vegetación. El 40% de la muestra analizada pertenece a *Pinus*, el resto incluye *Quercus* (de ambos tipos), *Fagus* y *Betula*, siendo todos taxones de ambiente más bien frío.

3.6 Los humanos del Pleistoceno de Atapuerca: síntesis

En la Sierra de Atapuerca vivieron dos tipos de **homínidos** consecutivos en el tiempo, el *Homo antecessor* y el *Homo heidelbergensis*, que respectivamente ocuparon las cavidades de la sierra burgalesa durante el **Pleistoceno** inferior y el Pleistoceno medio. En ellas, nos dejaron abundantísima información sobre sus características y su modo de vida durante este período

Las primeras evidencias de presencia humana en la Sierra de Atapuerca se documentan en los niveles inferiores de Dolina (TD4-TD5), donde se han recuperado varios cantos de cuarcita toscamente trabajados que hablan de una industria muy arcaica, denominada Olduvaiense o Modo I. Por la escasez de estos restos parece tratarse de visitas esporádicas, posiblemente para refugiarse o abastecerse de animales muertos.

Según avanza la secuencia estratigráfica, se observa mayor presencia de los **homínidos**, aumentando el número de visitas más prolongadas, según se desprende del número de útiles recuperados. Estas piezas están hechas en sílex, material muy apto para la fabricación de instrumentos **líticos** debido a su especial dureza, fracturación y cristalización. Estamos ante la evidencia de la selección previa de los materiales en el proceso de fabricación de instrumentos, lo que nos habla del conocimiento de las diferentes características de los minerales. A pesar de este avance, la práctica ausencia de lascas retocadas nos indica que estos **homínidos** realizaban actividades poco diversificadas.

En el nivel TD6 se documentan evidencias arqueológicas de ocupación humana, instrumentos de piedra pertenecientes al Modo 1, y restos fósiles humanos de más de 780.000 años de antigüedad, identificados como pertenecientes a una nueva **especie**, el *Homo antecessor*, que constituyen el hallazgo de los fósiles humanos más antiguos conocidos de Europa. Ver figura 5.5.20.



Figura 5.5.20 Junto a los restos humanos de *Homo antecessor*, en el nivel TD6 de la Gran Dolina se encuentran instrumentos de piedra muy primitivos pertenecientes al Modo 1.

Los fósiles humanos recuperados de *Homo antecessor* representan a una especie ancestral que vivió en Europa y probablemente en África hace más de 780.000 años. Sus características morfológicas la convierten en candidata ideal para ser la última antepasada común de nuestra propia especie, *Homo sapiens*, y del *Homo heidelbergensis*, especie representada en la Sima de los Huesos, y, a su vez, antecesora de los neandertales (*Homo neanderthalensis*), que poblaron posteriormente Europa.

Los 84 restos humanos de *Homo antecessor* han sido hallados en el curso de un sondeo de apenas 6 m², lo que da una idea del potencial científico de TD6, y permite albergar la esperanza de mayores descubrimientos cuando las excavaciones sistemáticas (con una extensión cercana a los 100 m²) alcancen dicho nivel. Esos 84 fósiles, correspondientes a un número mínimo de 6 individuos (dos niños de entre 3 y 4 años, uno de 11 años otro de 13 años y dos adultos jóvenes de no más de 20 años), son la única evidencia mundial con la que se cuenta para estudiar la evolución humana en Europa en ese periodo de tiempo.

El estado de conservación de los restos es tan bueno, que tras ser restaurados se ha podido comprobar, por estudios realizados con el microscopio electrónico, la existencia de marcas de corte en un gran número de fósiles humanos y de animales. Estas marcas fueron realizadas durante el proceso de descarnamiento de los cadáveres, documentándose así el caso de canibalismo más antiguo conocido.

A partir de esta primera humanidad, representada por los fósiles de TD6, la presencia humana en Europa se intensifica a lo largo del Pleistoceno medio (entre hace 780.000-110.000 años). En ese proceso, apareció la [especie *Homo heidelbergensis*](#), descendiente del *Homo antecessor* y predecesor de los neandertales. Esta especie del Pleistoceno medio europeo está representada en los yacimientos de Trinchera-Galería y, muy especialmente, de la Sima de los Huesos.

En el año 1976 se encontró, entre los derrubios del sector norte de Trinchera-Galería, un resto de mandíbula humana, y en 1995 fue descubierto un fragmento craneal humano morfológicamente similares a los fósiles humanos hallados en la Sima de los Huesos.

El primer hallazgo fortuito de un fósil humano en la Sima de los Huesos tuvo lugar en 1976, pero las excavaciones sistemáticas no comenzaron hasta 1984. Desde entonces, se excava cada verano en este yacimiento, que ha proporcionado, hasta 1999, más de 2000 fósiles humanos, que corresponden al menos a 32 individuos de diferentes edades y sexos. La edad del yacimiento se ha establecido, por Series de Uranio y análisis bioestratigráficos, en cerca de 300.000 años. La colección de fósiles humanos de la Sima de los Huesos es la más completa y numerosa del registro fósil mundial de seres humanos anteriores a los neandertales y al hombre moderno (alrededor del 80% del total mundial de fósiles humanos del [Pleistoceno](#) medio se han encontrado aquí).

Un problema complejo lo constituye el conocer el origen de la acumulación de los fósiles humanos en la Sima de los Huesos. En el yacimiento no aparece ningún fósil de herbívoro ni los huesos presentan marcas de dientes, lo que descarta que se trate del cubil de un carnívoro. Tampoco se trata de un lugar habitual de ocupación humana. Además, este yacimiento es excepcional por haber recuperado restos humanos de todo el esqueleto, lo que significa que la acumulación original consistía en cadáveres y no en huesos aislados. En la actualidad, se contemplan una hipótesis: se trata de una acumulación de origen antrópico. Ver figura 5.5.21.

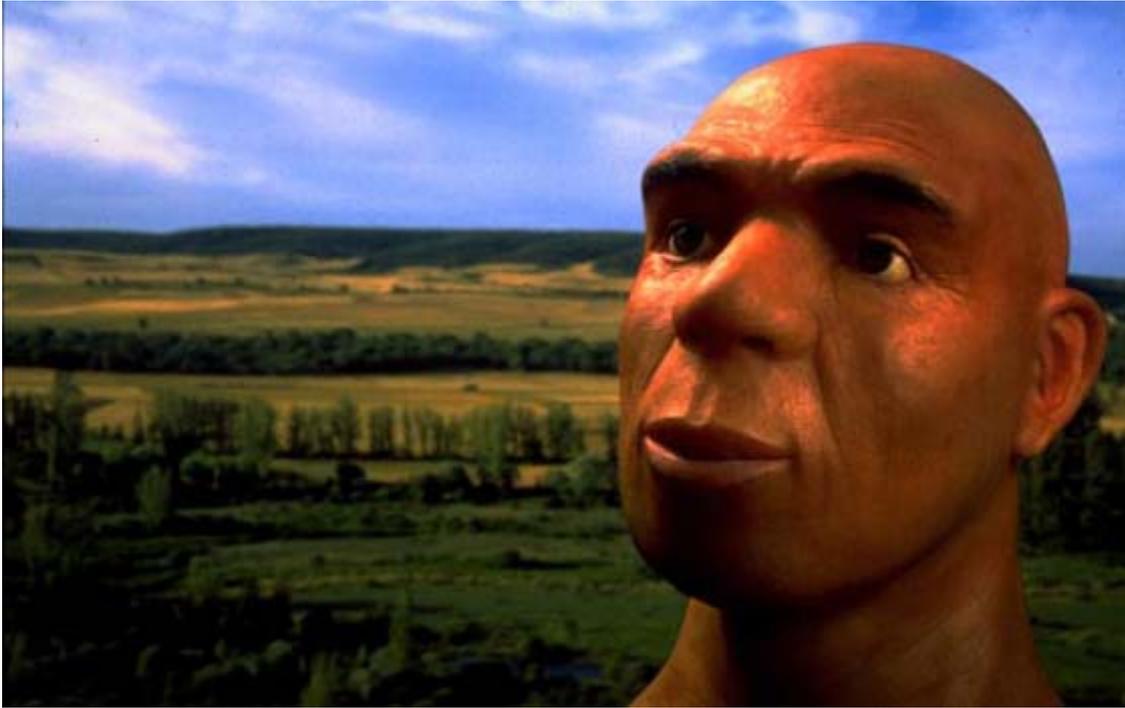


Figura 5.5.21 La Sierra de Atapuerca ha sido ocupada por grupos humanos desde hace casi 1 millón de años. Allí vivieron dos tipos de homínidos: el *Homo antecessor* y el *Homo heidelbergensis*, aprovechando los ricos recursos naturales que la sierra les ofrecía.

4. Actividades

Actividad 1

Excursión a la Sierra de Atapuerca (Burgos), visita a los yacimientos de la Trinchera del Ferrocarril:

- Reconocer los diferentes niveles de Trinchera Dolina y Trinchera Galería (haciendo uso de los esquemas).
- Intentar correlacionar los niveles de Galería con los dos superiores de Dolina (TD10 y TD11).
- Localizar TD6 y el Estrato Aurora en la secuencia de Dolina

5. Autoevaluación

1. Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca son

- a) lacustres
- b) marinos
- c) cársticos
- d) palustres

2. ¿Sabrías explicar la génesis de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca de manera general, es decir cuáles son los procesos de formación de unos yacimientos de esta naturaleza?

3. ¿En cuáles de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca se han encontrado restos humanos fósiles y de qué especie se trata?

4. ¿Qué lapso de tiempo incluyen los depósitos sedimentarios del conjunto de yacimientos Pleistocenos de la Sierra de Atapuerca?

5. ¿Qué período cronológico representa el yacimiento de Trinchera-Galería, Pleistoceno inferior, Pleistoceno medio o Pleistoceno superior? ¿Cuál es el rango de edad obtenido a partir de las dataciones efectuadas en los espeleotemas del yacimiento?

6. ¿A qué tipo de vegetación podrían corresponder los análisis de polen obtenidos en el yacimiento de Trinchera-Galería?

7. ¿Qué período cronológico comprenden todos los niveles del yacimiento Trinchera-Dolina?

- a) Pleistoceno inferior
- b) Pleistoceno medio
- c) Pleistoceno superior

8. ¿En qué nivel estratigráfico del yacimiento de Dolina se ha detectado un "hiato temporal"?

- a. en el nivel TD4
- b. en el nivel TD8
- c. en el nivel TD6

9. ¿En qué nivel de la Gran Dolina se hallaron los restos pertenecientes a *Homo antecessor* y qué edad mínima tienen?

10. ¿En qué tipo de clima se podría deducir que vivían los *Homo antecessor* del nivel TD6 desde la evidencia fósil (de vegetación y fauna)?

- a. en una época glacial
- b. en un clima xérico y cálido
- c. en un ambiente entre templado y cálido, y húmedo.

11. ¿En qué nivel de la secuencia estratigráfica de Dolina se ha detectado la reversión magnética Matuyama/Bruhnes?

En la base de TD7: esta reversión se sitúa en 780 ka.

12. ¿Cuáles son las capacidades craneales de los cráneos hallados en la Sima de los Huesos?

- a) 1.125 cc y 1.390 cc
- b) 1.000 cc y 1.250 cc
- c) 1.400 cc y 1.350 cc.

13. ¿Cuáles de los siguientes son rasgos típicos neandertales pero que ya presentan sus antepasados, los homínidos de la Sima de los huesos?

- a) torus supraorbital
- b) prognatismo mediofacial
- c) huesos nasales amplos y sobresalientes
- d) posición avanzada de la dentición superior y del subespalinal
- e) espacio retromolar
- f) todos los anteriores.

14. ¿Cual sería la estatura media de los humanos que vivieron en Europa en el Pleistoceno medio?¿a partir de las estimaciones realizadas con los fósiles de la sima de los huesos datos que conocemos

- a) 150 cm
- b) 175 cm
- c) 190 cm

15. Por lo que se conoce de las dimensiones de la pelvis completa hallada en la Sima de los Huesos, ¿se podría deducir que estos homínidos debían tener un parto holgado o ajustado como en nuestra especie?

Soluciones

1. Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca son:

c) cársticos

La Sierra de Atapuerca es un complejo *cárstico* (sistema de cavidades) relleno con sedimentos que penetran desde el exterior.

2. ¿Sabrías explicar la génesis de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca de manera general, es decir cuáles son los procesos de formación de unos yacimientos de esta naturaleza?

Su origen se debe a la disolución de las calizas cretácicas en condiciones freáticas, en tiempos en los que el nivel de base del río Arlanzón estaba en cotas bastante más elevadas que las actuales. Por las entradas de las cuevas van penetrando aportes terrígenos que se mezclan con bloques caídos del techo de la cavidad y con los materiales introducidos por los diferentes animales que habitan en las cuevas, sobre todo los carnívoros, y también por los humanos.

3. ¿En cuáles de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca se han encontrado restos humanos fósiles y de qué especie se trata?

En la Sima de los Huesos se han encontrado restos fósiles pertenecientes a 33 individuos de diversas edades y en Trinchera Galería una mandíbula y un fragmento de *calota* (cráneo). Ambos pertenecen a la especie *Homo heidelbergensis*, los antepasados de los neandertales. En Trinchera Dolina (en el nivel 6 de la secuencia estratigráfica) se han encontrado unos 80 restos de al menos 6 individuos, pertenecientes a la especie *Homo antecessor* (una nueva especie de homínido bautizada en este yacimiento).

4. ¿Qué lapso de tiempo incluyen los depósitos sedimentarios del conjunto de yacimientos Pleistocenos de la Sierra de Atapuerca?

Entre hace alrededor de 1.000.000 de años y unos 150.000 años. Eso los convierte en los complejos prehistóricos más importantes del mundo con amplia información sobre las formas de vida existentes durante este amplio lapso temporal.

5. ¿Qué período cronológico representa el yacimiento de Trinchera-Galería, Pleistoceno inferior, Pleistoceno medio o Pleistoceno superior? ¿Cuál es el rango de edad obtenido a partir de las dataciones efectuadas en los espeleotemas del yacimiento?

Trinchera Galería se sitúa en el Pleistoceno medio. Todo el paquete de sedimento con fósiles que rellenó la cavidad de Galería es más antigua de 200.000 años según las tres dataciones realizadas en el espeleotema que sella la cavidad a techo (211 000 " 32; 177 000 " 23 y entre 150 000 y 184 000), aunque no es tan sencillo saber cuanto más antigua. Dado el estado evolutivo de las especies que aquí se encuentran (tanto macro como micromamíferos) apunta hacia una edad entre 200 000 y 400 000 años, pero no más antigua.

6. ¿A qué tipo de vegetación podrían corresponder los análisis de polen obtenidos del yacimiento de Trinchera-Galería?

Los niveles inferiores de GIII (con varios suelos que indican ocupación humana) estarían representados por especies adaptadas a un clima más húmedo y templado del actual en la Sierra de Atapuerca similar a los actuales bosques centroeuropeos. A techo de GIII, las condiciones se degradan hacia un empobrecimiento de los niveles hídricos y un ligero enfriamiento del ambiente.

7. ¿Qué período cronológico comprenden todos los niveles del yacimiento Trinchera-Dolina?

- a) Pleistoceno inferior
- b) Pleistoceno medio

En el depósito Trinchera-Dolina, existen niveles pertenecientes al Pleistoceno medio y al Pleistoceno inferior, faltando sin embargo los registros del Pleistoceno superior.

8. ¿En qué nivel estratigráfico del yacimiento de Dolina se ha detectado un "hiato temporal"?

- a. en el nivel TD4
- b. en el nivel TD8
- c. en el nivel TD6

9. ¿En qué nivel de la Gran Dolina se hallaron los restos pertenecientes a *Homo antecessor* y qué edad mínima tienen?

Los restos pertenecientes a *Homo antecessor* se encontraron en julio de 1994 en el nivel 6 de Gran Dolina, concretamente en un horizonte limitado estratigráficamente denominado Estrato Aurora (nombre de la arqueóloga que los descubrió). La edad mínima de estos fósiles es de 780.000 años de antigüedad.

10. ¿En qué tipo de clima se podría deducir que vivían los *Homo antecessor* del nivel TD6 desde la evidencia fósil (de vegetación y fauna)?

c. en un ambiente entre templado y cálido, y húmedo.

11. ¿En qué nivel de la secuencia estratigráfica de Dolina se ha detectado la reversión magnética Matuyama/Bruhnes?

En la base de TD7: esta reversión se sitúa hace 780.000 años.

12. ¿Cuáles son las capacidades craneales de los cráneos hallados en la Sima de los Huesos?

a) 1.125 cc y 1.390 cc

13. ¿Cuáles de los siguientes son rasgos típicos neandertales pero que ya presentan sus antepasados, los homínidos de la Sima de los huesos?

- a) torus supraorbital
- b) prognatismo mediofacial
- c) huesos nasales amplios y sobresalientes
- d) posición avanzada de la dentición superior y del subespinal
- e) espacio retromolar
- f) todos los anteriores**

14. ¿Cuál sería la estatura media de los humanos que vivieron en Europa en el Pleistoceno medio? ¿a partir de las estimaciones realizadas con los fósiles de la sima de los huesos datos que conocemos

b) 175 cm

15. Por lo que se conoce de las dimensiones de la pelvis completa hallada en la Sima de los Huesos, ¿se podría deducir que estos homínidos debían tener un parto holgado o ajustado como en nuestra especie?

Holgado.

UN YACIMIENTO CON HISTORIA

A finales del siglo XIX se realiza una trinchera para el paso de un ferrocarril minero desde la Sierra de la Demanda hasta Burgos. Esta gran obra de ingeniería, de hasta 20 m. de profundidad y casi 1 Km de longitud perforó el complejo kárstico y sacó a la luz varios rellenos arqueo-paleontológicos.



1863
Primera noticia sobre la existencia de fósiles, realizada por Felipe de Ariño y López y Ramón Inclán, con la publicación en *El Eco Burgales* del hallazgo de restos humanos.

1868
Descripción con planos de la Cueva llamada de Atapuerca, primera publicación sobre las cavidades, obra de P. Sampayo y M. Zuaznávar.

1910
J. Carballo, acompañado por el padre Saturio, visita la Cueva Mayor.

1963
El profesor Jordá inicia campañas de excavación, pero se ve forzado a desistir.

1976
El ingeniero Trinidad Torres comienza a excavar en Dolina y Galería buscando fósiles para su tesis sobre osos. El arqueólogo Carlos Puch descubre una mandíbula y 17 restos humanos que Emiliano Aguirre identifica como anteriores al neandertal. Aguirre presenta un proyecto de excavaciones e investigación a largo plazo para ilustrar la evolución humana y ambiental y formar especialistas.

1978
Comienzan los muestreos y la excavación de los niveles superiores en la trinchera.

1982
Se encuentran las primeras pruebas de actividades humanas en los yacimientos de Dolina y Galería.

1983
Muestreo de la Sima de los Huesos. Aparecen nuevos dientes humanos en la escombrera.

1984
Se encuentran los primeros fósiles humanos *in situ* en la Sima de los Huesos. Se instala la cuadrícula suspendida para su excavación.

1987
Se monta el andamio actual de 18 metros en Trinchera Dolina.

1989
Se contabilizan 300 restos humanos en Sima de los Huesos.

1990
El profesor Emiliano Aguirre se jubila y recogen el relevo los antropólogos Juan Luis Arsuaga, Bermúdez de Castro y el arqueólogo Eudald Carbonell, actuales codirectores de

las excavaciones. Se encuentran utensilios líticos en la base de Gran Dolina con cerca de un millón de años.

1992
Los yacimientos aparecen en la mayoría de los medios de comunicación. En la Sima de los Huesos aparecen 3 cráneos de unos 300.000 años, uno de ellos (Miguelón) es el más completo del registro fósil. Casi 30 individuos están representados en este yacimiento.

1994/96
Se excava TD6, nivel ocupado por un grupo de homínidos que practicaban la antropofagia.

1997
Se presentan en Madrid los restos humanos del

conocer el modo de vida de las primeras sociedades agrícolas y ganaderas.

2000
El 30 de noviembre, la UNESCO declara Patrimonio de la Humanidad los Yacimientos de la Sierra. Aparecen evidencias de ocupación humana en Sima del Elefante.

2001
Aparece un hogar que certifica el uso del fuego hace unos 150.000 años en la zona superior de la Sima del Elefante.

2002
Se cumplen XXV años del inicio de las excavaciones.

2003
Campaña histórica en la que aparecen tres nuevos fósiles de *Homo*



Hallazgo de los primeros fósiles de *Homo antecessor*. Equipo de excavación al pie de Gran Dolina. Foto: J. M. Bermúdez de Castro

>8 de julio de 1994

Se alcanza el nivel TD6 de la Gran Dolina, estrato **Aurora**, encontrándose más de un centenar de restos fósiles que corresponden a seis individuos, de los que sólo dos eran adultos. Los huesos más emblemáticos son los que forman la cara de un adolescente de 14 años que murió hace 800.000 años. Hay también instrumentos de piedra y numerosa fauna. Estos homínidos practicaban la antropofagia. **LA SIERRA DE ATAPUERCA SE CONFIRMA COMO LA CUNA DE LOS PRIMEROS EUROPEOS.**

Homo antecessor, una nueva especie de homínido. Los investigadores reciben el Premio Príncipe de Asturias de Investigación.

1998
Aparecen fósiles de fauna con más de 900.000 años en el TD5 de Gran Dolina. El Príncipe Felipe de Borbón visita las cuevas el 14 de Julio.



1999
Se crea la Fundación Atapuerca, con el objetivo de apoyar la investigación y la divulgación. Se abre el yacimiento El Mirador, que permitirá

antecessor, un parietal y media mandíbula. En la Sima de los Huesos aparecen 260 fósiles de homínidos de 400.000 años. En la Sima del Elefante, cinco lascas ratifican la hipótesis de presencia humana hace 13 m.a. Se realiza una exposición en el Museo de Historia Natural de New York con los principales tesoros de Atapuerca

2004
Se inician los trabajos en el yacimiento del Hundidero. Este emplazamiento al aire libre fue descubierto en las prospecciones que se han realizado desde la Universidad de Burgos en el entorno de la Sierra de Atapuerca. Los hallazgos permiten conocer las actividades que los homínidos realizaban en el exterior de las cuevas.



Excavación en el Museo de Ciencias de Nueva York. ALBERTO RODRIGO

Módulo 6, Las humanidades modernas

| | |
|------|--|
| UD.1 | Los neandertales |
| UD.2 | El origen del hombre moderno |
| UD.3 | Cromañones y neandertales |
| UD.4 | Evolución tecnológica y representa. simbólicas |



Unidad 1, Los neandertales



Cráneo de Gibraltar

Índice del tema

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Descubrimiento de los neandertales**
- 3.2 Los primeros neandertales**
- 3.3 Relaciones evolutivas de los neandertales**
- 3.4 Los neandertales de la Península Ibérica**
- 3.5 Retrato de los neandertales**
 - 3.5.1 El cráneo de los neandertales**
 - 3.5.2 Mandíbulas y dientes**
 - 3.5.3 Aspecto corporal de los neandertales**
 - 3.5.4 La pelvis neandertal**
 - 3.5.5 Edad de muerte**
- 3.6 Cultura neandertal**
 - 3.6.1 Industria Lítica**
 - 3.6.2 Enterramientos**
 - 3.6.3 Control del fuego**
 - 3.6.4 Sociabilidad**
 - 3.6.5 Canibalismo neandertal**
 - 3.6.6 La caza**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones de Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es imprescindible ningún conocimiento previo para la comprensión de esta unidad. Pero es recomendable la consulta de las unidades "El origen del hombre moderno" y "Cromañones y neandertales".

1.2 Objetivos didácticos

Los neandertales son un grupo humano que apareció en Europa hace unos 200.000 años a partir de una evolución local a lo largo del **Pleistoceno** medio. Los neandertales no son antepasados de la humanidad actual, pero en muchos casos presentan paralelismos con la evolución biológica y cultural de nuestra **especie**. Aunque estaban aislados geográfica y genéticamente, no estaban aislados culturalmente. Tenían una gran complejidad cultural y parecían muy bien adaptados a su medio, pero hace 30.000 años se extinguieron, gracias a la aparición en el escenario de nuestra especie, el *Homo sapiens*.

El objetivo de esta unidad didáctica es conocer los siguientes aspectos de los neandertales:

- Historia de su descubrimiento.
- Evolución y aparición del grupo.
- Distribución geográfica.
- Conocer los fósiles de neandertales de la Península Ibérica.
- Posición evolutiva y relaciones filogenéticas con los otros grupos humanos.
- Características morfológicas de su cráneo, mandíbula y esqueleto postcraneal.
- Aspectos paleobiológicos: desarrollo, forma corporal, etc.
- Aspectos culturales: industria lítica, comportamiento funerario, control del fuego, caza, etc.
- En la Unidad Didáctica siguiente "Cromañones y neandertales" se tratará el problema de la desaparición de los neandertales y su relación con la humanidad actual.

1.3 Lecturas recomendadas

Arsuaga, J.L., Lorenzo, C., Carretero, J.M., Gracia, A., Martínez, I., García, N., Bermúdez de Castro, J.M. & Carbonell, E. (1999). A complete human pelvis from the Middle Pleistocene of Spain. *Nature* **399**, 255-258.

Churchill, S.E. (1998). Cold adaptation, heterochrony, and Neandertals. *Evolutionary Anthropology* **7**(2), 46-61.

Rak, Y. (1986). The Neanderthal: a new look at an old face. *Journal of Human Evolution* **15**, 151-164.

Stringer, C. & Gamble, C. (1993). *In Search of the Neanderthals. Solving the puzzle of human origins*. New York: Thames and Hudson. (Hay traducción española: *En busca de los Neandertales*. Crítica, Barcelona, 1996).

Tattersall, I. (1995). *The last Neanderthal: the rise, success, and mysterious extinction of our closest relatives*. New York: Macmillan.

Trinkaus, E. (1983). *The Shanidar Neanderthals*. New York: Academic Press.

Trinkaus, E. (1995). Neanderthal mortality patterns. *Journal of Archaeological Science* **22**, 121-142.

Trinkaus, E. & Shipman, P. (1994). *The Neanderthals: of skeletons, scientist, and scandal*. New York: Vintage Books.

2. Resumen

El hombre de Neandertal (*Homo neanderthalensis*) toma su nombre de los fósiles encontrados en 1856 en el valle de Neander (Alemania). Los neandertales surgen a partir de una evolución local de las poblaciones humanas del **Pleistoceno** medio europeo. Son una **especie** humana que, aunque no es nuestra antepasada, presenta muchos aspectos en común con nuestra especie: durante un largo periodo compartieron las mismas capacidades culturales, compartieron un mismo hábitat, ambas especies están muy encefalizadas, etc. Su físico y su tecnología convirtieron a estos individuos en una especie muy bien adaptada a las condiciones europeas del Pleistoceno superior. Los neandertales y hombres modernos, llegaron a convivir durante más de 10.000 años en Europa y hace 30.000 años los neandertales desaparecieron definitivamente.

Los neandertales se extendieron geográficamente por toda Europa, Próximo Oriente y Asia, y los numerosos fósiles que poseemos de esta especie la convierten en la especie humana fósil mejor conocida.

Los neandertales no eran los seres con aspecto casi simiesco que algunos han imaginado, y su postura erguida y aspecto era muy similar al de la humanidad actual. Los neandertales tienen una morfología muy particular en su cráneo: presentan un **torus** supraorbitario muy marcado principalmente en el centro, la cara es muy prognata, la apertura y la cavidad nasal son de gran tamaño, la frente es baja y el cráneo alargado y proyectado hacia atrás, con perfil redondeado en vista posterior. Los dientes tienen un tamaño muy reducido, y la mandíbula carece de mentón y posee un espacio **retromolar**.

Aunque la mayor parte de las características propias de los neandertales han sido interpretadas como adaptaciones a las condiciones extremadamente frías de las épocas glaciares europeas, algunas de ellas podrían deberse únicamente a la **deriva genética** en condiciones de aislamiento geográfico.

Su estatura era ligeramente más baja que la nuestra pero tenían una mayor corpulencia, con cuerpos muy anchos y robustos. Las inserciones musculares están más marcadas. Las extremidades de los neandertales son relativamente más cortas, especialmente en los huesos del antebrazo y de la pantorrilla.

Los neandertales tienen una forma corporal adaptada a climas fríos: su masa corporal, relativamente mayor (en relación a la superficie corporal), cumple la regla de Bergmann, mientras que la longitud relativamente corta de sus miembros responde a la regla de Allen. Ambas reglas parten del principio de que los animales que viven en climas fríos reducen la relación entre la superficie corporal y el volumen para evitar la pérdida de calorías.

Aunque los neandertales poseían grandes capacidades cerebrales, con un promedio ligeramente superior al de la humanidad actual, su talla corporal también era mayor. Por lo tanto, el índice de **encefalización** (la relación entre el tamaño cerebral y el tamaño corporal) de los neandertales era ligeramente menor al de nuestra **especie**. Se produce un crecimiento independiente del cerebro en ambas líneas evolutivas (*Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis*) a partir de un antepasado común poco encefalizado.

Se pueden destacar tres aspectos que caracterizan el desarrollo cultural y tecnológico de los neandertales: producían un tipo de industria lítica muy elaborada que se denomina **Musteriense**; podían producir a voluntad el fuego y lo utilizaban sistemáticamente; y enterraban a sus muertos.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Descubrimiento de los neandertales

En 1856 se encontró en la cueva de Feldhofer, en el valle del Neander (Neander Thal en la ortografía alemana antigua, Neander Tal en la moderna), cerca de Düsseldorf, el esqueleto de un neandertal. La morfología de este esqueleto fue interpretada inicialmente como patológica, o perteneciente a un cosaco desertor del ejército ruso de 1814. En 1864, con estos fósiles, el anatomista irlandés William King define la primera **especie** humana fósil, el *Homo neanderthalensis*. Sin embargo, los fósiles de Neander no fueron los primeros fósiles de neandertales encontrados: en 1830 se había descubierto un niño neandertal de dos o tres años en Engis (Bélgica) y en 1848 se descubrió en la cantera de Forbes de Gibraltar un cráneo de un individuo neandertal femenino.

Sin embargo, los neandertales no vieron definitivamente reconocido su estatus de miembros de una forma humana extinguida diferente de la nuestra hasta el hallazgo de los fósiles de Spy (Bélgica) en 1886, de Krapina (Croacia) entre 1899 y 1906, y los numerosos hallazgos que se produjeron en Francia a principios del siglo XX (La Ferrassie, La Quina, Le Moustier, Chapelle-aux-Saints, etc.).

A partir de ese momento se han seguido produciendo numerosos hallazgos de fósiles de neandertales por toda Europa, Próximo Oriente y Asia: Regourdou (Francia), Saccopastore (Italia), Monte Circeo (Italia), Amud (Israel), Kebara (Israel), Tabun (Israel), Shanidar (Irak), Kiik-Koba (Crimea) Teshik-Tash (Uzbekistán, cerca del Mar Caspio), etc. Estos abundantes hallazgos, pertenecientes a un número mínimo de unos 500 individuos, convierten a los neandertales en la **especie** humana fósil mejor conocida.

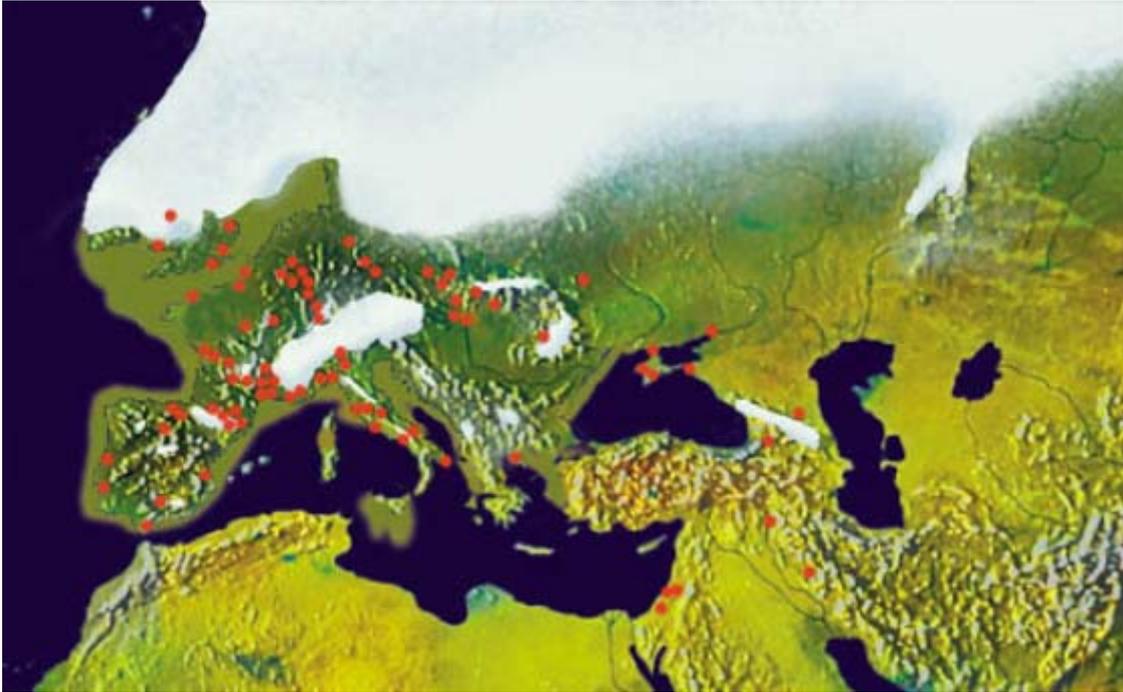


Figura 6.1.1 Mapa con los principales yacimientos de Neandertales.

Históricamente, uno de los fósiles más importantes de neandertal, es el esqueleto de la Chapelle-aux-Saints. Su estudio fue publicado detalladamente entre 1911 y 1913 por Marcellin Boule. En ese momento, era el mejor análisis que existía sobre un individuo neandertal y su interpretación creó una visión deformada de los neandertales que perduró durante décadas. Una de las conclusiones a la que llegó Boule es que el *Homo neanderthalensis* no era nuestro antepasado sino que era una rama lateral de la evolución humana extinguida. Esta conclusión que nos parece correcta hoy en día, sin embargo estaba cargada de intencionalidad racista por parte de Boule, ya que él quería eliminar de entre nuestros ancestros a unos seres que consideraba brutales. Para ello Boule intentó demostrar la inferioridad en la anatomía de los neandertales utilizando todos los medios posibles. Su retrato de los neandertales era de unas gentes brutales y casi simiescas, que no tenían una postura erguida completa y que, a pesar de su capacidad craneal tan elevada, no tenían ninguna inteligencia. Hoy en día, sabemos que gran parte de las conclusiones de Boule se debían a una interpretación errónea de las numerosas patologías que presentaba este individuo, y del elevado número de dientes que había perdido. Estas patologías también llevaron a afirmar que este individuo pertenecía a un viejo, aunque muy probablemente sólo tenía alrededor de 30 años de edad.

3.2 Los primeros neandertales

A partir de las poblaciones humanas del **Pleistoceno** medio europeo aparece en Europa un tipo humano muy especial: los neandertales. Este tipo de **homínidos**, a menudo, ha sido considerado como una subespecie de *Homo sapiens* (*Homo sapiens neanderthalensis*), pero en la actualidad se les considera una **especie** distinta *Homo neanderthalensis*, debido a las grandes diferencias morfológicas que presentan, y porque parece que no existió ningún contacto genético entre *Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis*. Los fósiles de Ehringsdorf, Pontnewydd, Biache-Saint-Vaast, La Chaise (Abri Suard) y otros de finales del Pleistoceno medio, con una antigüedad de alrededor de 200.000 años, ya pueden considerarse neandertales. El origen de estos neandertales y su relación con las poblaciones del Pleistoceno medio europeo puede entenderse muy bien gracias al estudio de los fósiles procedentes de la Sima de los Huesos, de la Sierra de Atapuerca, donde aparecen los fósiles de unos 32 individuos de anteneandertales.

3.3 Relaciones evolutivas de los neandertales

Algunos autores opinan que las poblaciones del **Pleistoceno** medio europeo, como Petralona (Grecia), Arago (Francia), Swascombe (Inglaterra), Steinheim (Alemania) pertenecerían a la **especie *Homo heidelbergensis*** (especie creada a partir de la mandíbula de Mauer); pero también incluyen en esta especie a los fósiles africanos de Bodo (Etiopía), Ndotu y Eyasi (Tanzania), Salé (Marruecos), Elandsfontein (Sudáfrica) y Broken Hill (Zambia). Según estos autores, *Homo heidelbergensis* sería el último antepasado común de neandertales y humanos modernos. Sin embargo, gracias a los fósiles de la Sima de los Huesos sabemos que todas las poblaciones europeas del Pleistoceno medio presentaban características de los neandertales de forma frecuencial e incipiente, y ya estaban comprometidos en la línea evolutiva de los neandertales. Por lo tanto, *Homo heidelbergensis* sería en realidad una especie exclusivamente europea y antecesora de los neandertales. Los neandertales evolucionaron en Europa en condiciones de aislamiento geográfico y, como consecuencia, de aislamiento genético durante todo el Pleistoceno medio. En cambio, los fósiles del Pleistoceno medio africano (aunque muy similares morfológicamente a sus parientes próximos del Pleistoceno medio europeo) serían antepasados exclusivamente de *Homo sapiens*. El lugar del último antepasado común de neandertales y humanos modernos corresponde a la especie *Homo antecessor*, creada a partir de los fósiles de la Gran Dolina (Atapuerca), con más de 780.000 años de antigüedad (ver Módulo 5 Unidad 5).

La especie *Homo heidelbergensis* abarcaría desde la mandíbula de Mauer hasta los fósiles de la Sima de los Huesos y todos aquéllos en los que predominan rasgos primitivos, aunque muestren algunos caracteres incipientes que indican que son los antepasados de los neandertales. Estos rasgos de neandertales se presentan de forma frecuencial y en mosaico. Es decir, no todos los fósiles de *Homo heidelbergensis* presentan rasgos neandertales en la misma parte anatómica.

En otro grupo estarían los fósiles de la última parte del **Pleistoceno** medio (desde hace unos 200.000 años) que ya pueden ser considerados, a todos los efectos, verdaderos y completos neandertales. Algunos de los neandertales de comienzos del **Pleistoceno** superior (en torno a -127.000 años) son los dos cráneos de Saccopastore (Roma, Italia) y el conjunto de fósiles de Krapina (Croacia).

A partir de ese momento, los fósiles neandertales empiezan a ser abundantes en los yacimientos europeos, y se encuentran también en Asia central y Oriente Próximo, lugares a donde emigraron desde Europa. Fósiles tan emblemáticos como Le Moustier, que da nombre al **Musteriense**, Guattari 1 (Monte Circeo) o La Chapelle-aux-Saints, vivieron en Europa hace menos de 60.000 años. Estos neandertales tienen algunas características nuevas con respecto a los anteriores, y son llamados a menudo "neandertales clásicos". Los últimos neandertales vivieron en Europa hasta hace unos 30.000 años, e incluso algo menos, antes de extinguirse.

3.4 Los neandertales de la Península Ibérica

En la Península Ibérica se han hallado diversos restos de neandertales: un parietal en Cova Negra (Valencia); dos fragmentos de parietal y un frontal en la cueva de la Carihuela (Granada); un molar en Moros de Gabasa (Huesca); un diente en Mollet I (Girona); cuatro dientes en el Abric Agut (Barcelona); 5 dientes superiores en Axlor (Vizcaya); 2 dientes y un húmero, posiblemente más antiguo, en Lezetxiki (Guipúzcoa); un quinto metacarpo en Los Casares (Guadalajara); una mandíbula y un fragmento de fémur en Zafarraya (Málaga), una mandíbula, una dentición infantil, dos metatarsos y una falange en Valdegoba (Burgos). En Gibraltar se han descubierto los fósiles neandertales más completos de la Península Ibérica: en 1848 fue descubierto en la cantera de Forbes (Forbes Quarry) un cráneo muy completo, y en 1928 aparecieron un cráneo y una mandíbula infantiles, asociados a industria **musteriense**. Al húmero de Lezetxiki, se añaden un fragmento de coxal y la mitad **distal** de un húmero recuperados en la brecha kárstica del Tossal de la Font, en Vilafamés (Castellón) y que, probablemente, corresponde al final del **Pleistoceno** medio.

Mención aparte merece la mandíbula de Bañolas (Girona), que fue considerada neandertal por E. Hernández-Pacheco y H. Obermaier. En cambio, M. A. de Lumley la consideró de un preneandertal. La datación del **travertino** que la englobaba permite afirmar que la mandíbula tiene una antigüedad de 35.000 años. Sin embargo, el estado fragmentado de la región sinfisaria no permite afirmar si tenía mentón o carecía de él y su asignación es muy problemática.



Figura 6.1.2 Mapa con los yacimientos de la Península Ibérica con fósiles de neandertales.

3.5 Retrato de los neandertales

Los neandertales presentan una morfología muy particular en su cráneo y en su esqueleto postcraneal.

La mayor parte de las características que presentan los neandertales han sido interpretadas tradicionalmente como adaptaciones a las condiciones extremadamente frías de las épocas glaciares europeas. Pero de forma alternativa, algunas de ellas podrían explicarse como morfologías que surgen por la **deriva genética** de los neandertales en condiciones de aislamiento geográfico. Quizás la mejor explicación para el conjunto único de rasgos que tienen los neandertales es producto de la combinación de adaptaciones y deriva genética.

3.5.1 El cráneo de los neandertales

El cráneo presenta un **torus** supraorbitario muy marcado, principalmente en el centro, y lateralmente forma dos arcos que continúan el contorno de los ojos y contienen grandes senos frontales. La cara es muy prognata, la frente es baja, y el cráneo es alargado y proyectado hacia atrás.

Los cráneos de los neandertales tienen en vista posterior un perfil redondeado. En *Homo ergaster* y *Homo erectus*, la anchura máxima se situaba en la base del cráneo, y los lados convergían hacia el techo de la bóveda, formando un pentágono ensanchado inferiormente. En los neandertales y en nuestra **especie**, la máxima anchura del neurocráneo se encuentra a media altura, sobre los huesos parietales; la anchura de la base es menor. Sin embargo, mientras que nuestro cráneo visto por detrás tiene un perfil pentagonal con los lados inclinados hacia fuera, el perfil de los neandertales es redondeado.

Los neandertales poseían grandes capacidades cerebrales (entre 1200-1700 centímetros cúbicos, volúmenes similares a los de nuestra especie e incluso ligeramente mayores). Destaca el cráneo de Amud al que se le calcula una capacidad cerebral de 1740 cc. Sin embargo, la talla corporal de los neandertales también era mayor que la de la humanidad actual, y esta forma el índice de **encefalización** (la relación entre el tamaño cerebral y el tamaño corporal) de los neandertales era ligeramente menor. Los neandertales y nuestra especie somos las dos formas humanas más encefalizadas, pero el crecimiento del tamaño del cerebro se produce de forma independiente en ambas líneas evolutivas.

Esta expansión cerebral se produce de diferente forma en ambos: 1) el neurocráneo del hombre moderno es alto y de frente levantada 2) el cráneo de los neandertales se hizo muy alargado; puede observar en su hueso occipital un abultamiento característico que se conoce como el "moño occipital" de los cráneos neandertales, muy fácil de apreciar en vista lateral.



Figura 6.1.3

Cráneo de neandertal del yacimiento de Amud, en Israel. Se le ha calculado una capacidad cerebral de 1740 cc.

La cara de los neandertales tiene **prognatismo** medio-facial, es decir, está proyectada hacia adelante. Al tener la cavidad nasal más adelantada los huesos nasales se disponen casi horizontalmente. En los neandertales la placa ósea de debajo de las órbitas se dispone diagonalmente (en el hombre moderno la placa infraorbitaria tiene una orientación coronal), con lo que la cara de los neandertales presenta una apariencia apuntada en forma de cuña, que le da un aspecto "aerodinámico". También tienen una abertura nasal muy ancha, y la cavidad interna también es muy grande, por ese motivo se piensa que sus narices serían planas y anchas. Se ha planteado la hipótesis que los neandertales tenían cavidades nasales anchas para calentar y humedecer, durante la respiración, el aire frío y seco que habría en épocas glaciares en Europa. Sin embargo, en poblaciones actuales, no existe ninguna relación entre el tamaño de la abertura y cavidad nasal y el clima. Parece más probable que los neandertales necesitaban tener un gran tamaño de nariz por la necesidad de oxigenar su cuerpo tan robusto.

Otras características del cráneo de los neandertales son:

- 1) la presencia de una depresión por encima del toro occipital denominado fosa suprainíaca.
- 2) la apófisis mastoidea del hueso temporal, donde se origina una parte del músculo esternocleidomastoideo, de los neandertales está muy poco proyectada.

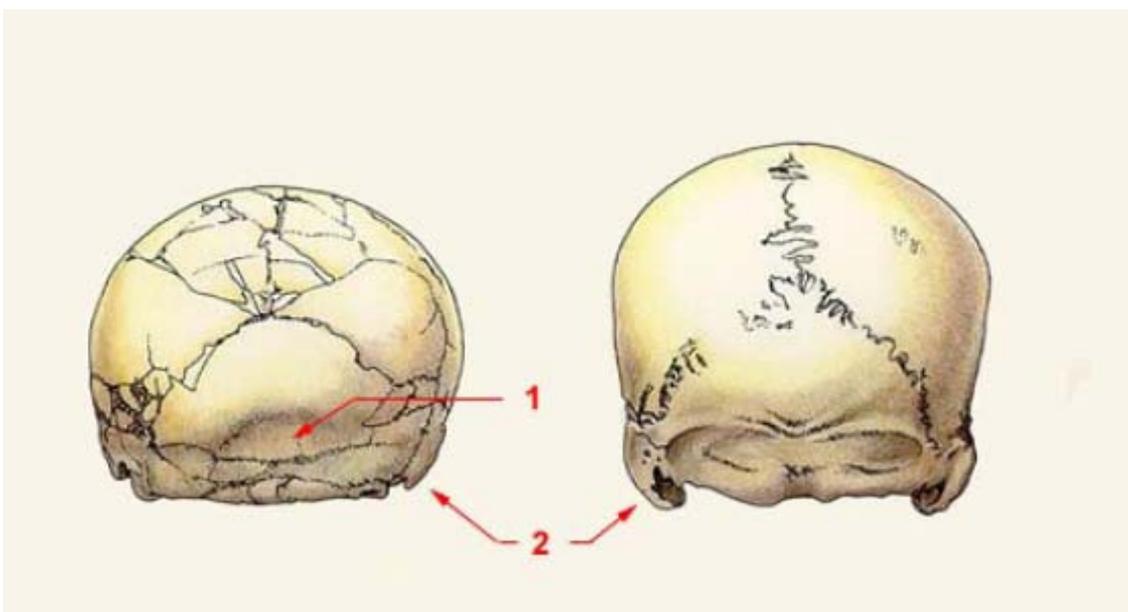


Figura 6.1.4 Comparación entre los perfiles posteriores del cráneo de un Neandertal (a la izquierda) y el de un hombre moderno (situado a la derecha). 1. Fosa suprainíaca. 2. Apófisis mastoidea.

Estas características también pueden observarse en [estadios](#) de desarrollo muy tempranos, como en los individuos infantiles de Amud 7, Teshik-Tash o Dederiyeh. Por lo tanto, las diferencias morfológicas entre neandertales y *Homo sapiens* ya aparecen durante las primeras etapas del desarrollo ontogénico.

3.5.2 Mandíbulas y dientes

Los dientes de los neandertales son del mismo tamaño que los de nuestra especie, pero en relación al cráneo, a la mandíbula y al tamaño corporal son relativamente pequeños. La relación entre la **dentición anterior** (incisivos y caninos) y la dentición posterior (premolares y molares) es diferente: los neandertales tienen la dentición anterior relativamente más grande. Los molares tienen la cavidad pulpar expandida (característica que se denomina taurodontismo). Además, la dentición anterior de la mayor parte de neandertales está muy desgastada, porque utilizaban los dientes con una función especial (quizás para curtir las pieles, o para sujetar el alimento u otros objetos con los dientes).

La mandíbula carece de mentón, tiene el foramen mandibular situado a la altura del primer molar y posee un espacio entre el último molar y la rama mandibular, que se denomina espacio **retromolar**. Este espacio aparece porque la dentición tiene un reducido tamaño y está en una situación adelantada con relación al hueso.

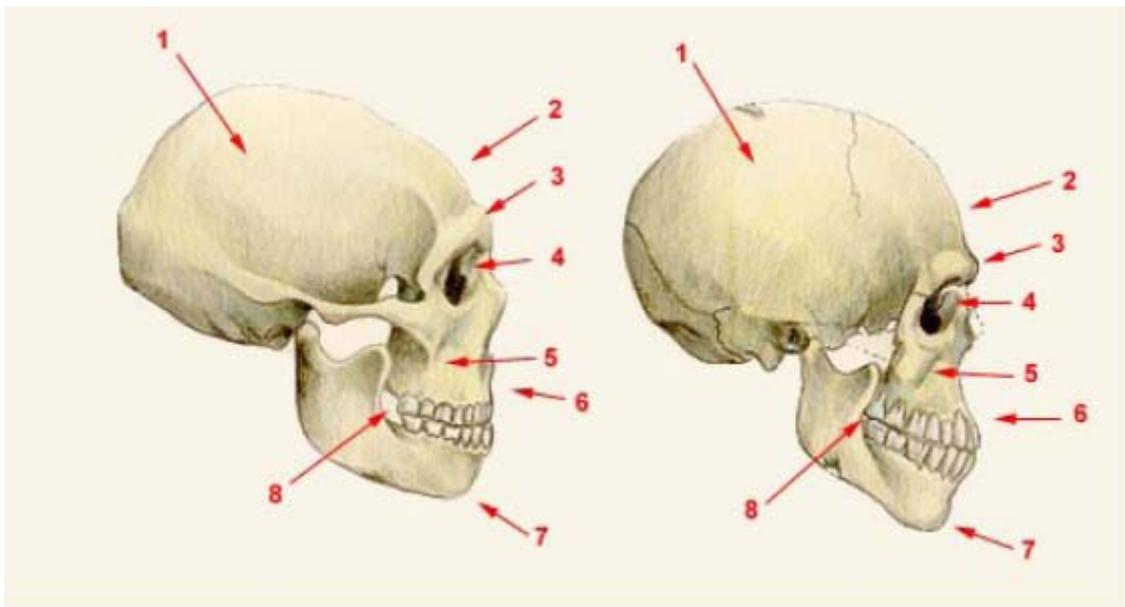


Figura 6.1.5 Comparación entre los cráneos de un Neandertal y el de un hombre moderno.

| | Hombre de Neandertal | Hombre moderno |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 1 Neurocráneo | alargado y bajo | alto y redondeado |
| 2 Frente | baja | alta |
| 3 <u>Torus</u> frontal | muy marcado y arqueado | poco desarrollado |
| 4 Órbitas | grandes | pequeñas |
| 5 Fosa canina | ausente | presente |
| 6 Prognatismo | medio-facial | maxilar |
| 7 Mentón | ausente | presente |
| 8 Espacio <u>retromolar</u> | presente | ausente |

3.5.3 Aspecto corporal de los neandertales

En las primeras interpretaciones de la forma corporal de los neandertales se les atribuía un aspecto brutal y simiesco. Sin embargo, hoy sabemos que su postura erguida y su forma de locomoción sería muy similar a la de la humanidad actual.

El promedio de estatura masculina se encuentra en torno a 170 cm y el promedio femenino alrededor de 160 cm. Pero su complexión física es extraordinariamente robusta, su esqueleto es mucho más corpulento, el grosor de los huesos es mayor y las inserciones musculares están más marcadas. Los neandertales también tienen el tamaño de las articulaciones relativamente más grandes.

Las estimaciones del peso de algunos individuos masculinos neandertales arrojan cifras de alrededor de 80-90 kg, bastante superiores a las de los hombres modernos de la misma estatura. Pero es probable que los pesos de los neandertales estén infraestimados, porque las rectas de regresión utilizadas para establecer el peso, a partir de medidas esqueléticas, se basan en estudios sobre poblaciones actuales que tienen un cuerpo más grácil. Tampoco se tiene en cuenta el peso más elevado que tendrían los huesos de estos **homínidos**, que presentan un mayor grosor en sus paredes óseas.

Las extremidades de los neandertales son relativamente más cortas, especialmente en los segmentos **distales**, es decir huesos del antebrazo (cúbito y radio) y pantorrilla (tibia y peroné). En las poblaciones modernas la longitud de la tibia representa aproximadamente el 80-85 % de la longitud del fémur; en cambio, el promedio de los neandertales es del 79%.

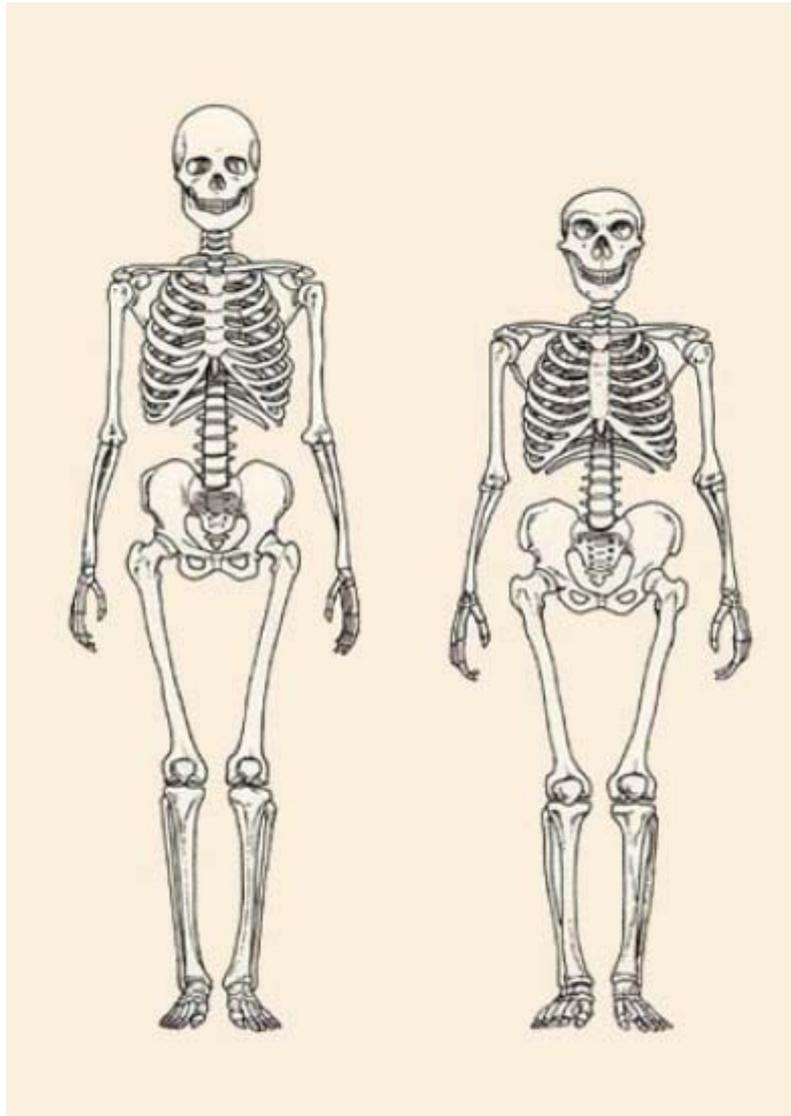


Figura 6.1.6 Esqueletos y aspecto corporal de un hombre moderno (izquierda) y de un Neandertal (derecha).

Los animales que viven en climas cálidos tienen una mayor superficie corporal en relación con su peso, para incrementar el área de disipación de calor corporal. En cambio, los animales que viven en climas fríos tienden a reducir su superficie corporal en relación al peso, y de esta forma conservar mejor el calor. La reducción de la superficie corporal puede alcanzarse de dos formas: incrementando las anchuras y los diámetros de los cilindros que forman el cuerpo (regla de Bergmann); o bien, reduciendo la longitud de las extremidades (regla de Allen). Los neandertales reflejan en su forma corporal (bajos, corpulentos y con extremidades relativamente cortas) adaptaciones al clima frío que responden a ambas leyes.

3.5.4 La pelvis neandertal

En el coxal, los neandertales tienen el hueso púbico (más concretamente su rama horizontal) muy alargado y aplanado. Algunos autores habían relacionado la longitud del pubis con el tamaño del canal del parto, llegando a la conclusión que en los neandertales éste podría ser un 20% mayor que en nuestra [especie](#). A su vez, el periodo de gestación sería más largo (uno o dos meses más) que en nuestra especie, y los bebés de los neandertales neandertales nacerían más desarrollados. Sin embargo, el hallazgo de una pelvis neandertal muy completa en el yacimiento de Kebara (Israel) mostró que, aunque existían diferencias en la estructura de la cadera, el canal del parto no era mayor, y el estado de desarrollo de un recién nacido neandertal sería comparable al de nuestros niños. También *Australopithecus* tiene el pubis largo; así, esta morfología parece ser una característica primitiva que presentan todos los [homínidos](#), a excepción de los humanos modernos, los únicos que poseemos un pubis acortado y grueso.

Gracias al hallazgo de una pelvis del [Pleistoceno](#) medio en la Sima de los Huesos de la Sierra de Atapuerca podemos conocer mejor el esquema evolutivo del aspecto corporal y [encefalización](#) de los neandertales: a partir de un antepasado primitivo de gran complexión física con caderas anchas y cerebro reducido, evolucionaron dos líneas independientes en Europa y África. La primera de las líneas evolutivas conduciría a los neandertales y la segunda a los humanos modernos. En ambas líneas se produjo un aumento del tamaño cerebral. Pero, mientras que los neandertales conservaron el modelo corporal de complexión robusta y cuerpos anchos de sus antepasados, reduciendo la longitud de sus extremidades, los humanos modernos redujeron la anchura de las caderas y del tronco, y disminuyó su peso corporal.

3.5.5 Edad de muerte

Uno de los aspectos más problemáticos en los estudios de evolución humana es la estimación de la edad, y la aplicabilidad de los estados de desarrollo actuales a [especies](#) fósiles. Sin embargo, aplicando estos criterios a la amplia muestra de neandertales de la que disponemos, menos de un 10% tienen una edad superior a los 35-40 años. Mientras que en una población de grupos de sociedades no industriales esta proporción está en torno al 50%. Es posible que los neandertales tuviesen una esperanza de vida al nacer menor a la actual, pero quizás los patrones de erupción y desgaste dental que utilizamos generalmente infraestimen la edad real de los fósiles de neandertales.

3.6 Cultura neandertal

Podemos destacar tres aspectos en el desarrollo cultural de los neandertales:

- la elaboración de una industria lítica característica del **Paleolítico I medio** llamada **Musteriense**
- el comportamiento funerario
- el control y uso generalizado del fuego

3.6.1 Industria Lítica

El conjunto de útiles **líticos** de los neandertales se conoce como cultura **Musteriense**, y se encuadra dentro del **Modo Técnico 3** o **Paleolítico Medio**. Este modo técnico se caracteriza por la existencia de una preparación en el núcleo, al que se le da una forma, para extraer a partir de él un tipo de lascas predeterminadas, que serán posteriormente retocadas para darles la forma final: puntas, denticulados, raederas de diferentes tipos, etc. Este tipo de talla, denominado **Levallois**, requiere de un desarrollo tecnológico mayor y de una capacidad de abstracción más elevada porque implica la existencia de un paso intermedio en la talla, la preparación del núcleo. También se requieren un mayor número de golpes para elaborar un útil. El **Musteriense** se extendió por Europa, Oriente Próximo y Norte de África, mientras que otras industrias del Modo 3 o Paleolítico Medio que se encuentran en el resto de África, se les agrupa en la denominación "Middle Stone Age". El **Musteriense** no es exclusivo de los neandertales y en las cuevas de Qafzeh y Skhul (ambas en Israel) hemos encontrado niveles con industria **Musteriense** asociados a enterramientos de *Homo sapiens*.

3.6.2 Enterramientos

Muchos de los esqueletos neandertales excavados en cuevas han sido históricamente considerado como el resultado de prácticas funerarias. Destacan los yacimientos de la Chapelle-aux-Saints y de La Ferrassie, éste último con ocho enterramientos (dos adultos, un niño de 10 años, dos niños entre 2-3 años y tres fetos). En la cueva de Kebara se halló la mitad superior de un esqueleto neandertal, en el que tras la inhumación, fue retirado el cráneo, porque se ha hallado su mandíbula y un diente de la dentición superior. Esto parece demostrar que poseían un alto nivel de sensibilidad y, de alguna forma, dedicaban un trato especial a sus muertos

Existen mayores dudas sobre la existencia de un ritual acompañante, es decir, si el enterramiento tenía algún tipo de significado simbólico. Las pruebas de ritualidad en los enterramientos neandertales son muy dudosas:

- 1) en el sedimento alrededor de uno de los esqueletos de Shanidar (Irak) se identificaron granos de polen procedentes de flores que, supuestamente, habían sido depositadas sobre el cuerpo.
- 2) sobre el esqueleto del niño de dos años de Dederiyeh (Siria) se halló un útil triangular de sílex a la altura del corazón y, junto a la cabeza, una losa de caliza.
- 3) en muchos otros casos, como en La Ferrassie, Amud, Teshik-Tash los cuerpos aparecen asociados con restos faunísticos que han sido interpretados como ofrendas.

Sin embargo, algunos autores cuestionan estas pruebas de ritual y atribuyen una asociación casual a los objetos que acompañan al esqueleto. Aunque tiene la apariencia de ser intencionada, la mezcla de huesos humanos con restos de animales o útiles es siempre posible en un yacimiento donde hay abundancia de animales e instrumentos de piedra. Además, algunas de las excavaciones son antiguas y los métodos de excavación no eran los idóneos.

Pero, aunque el significado que los neandertales daban a los enterramientos y el simbolismo que les acompañaba se nos escapa, sí que podemos dar por seguro que los neandertales tenían un tratamiento especial con sus muertos, y que los enterraban intencionadamente.

En la Sierra de Atapuerca, los antepasados de los neandertales ya realizaron hace trescientos mil años una práctica de tipo funerario, al acumular deliberadamente los cadáveres de sus muertos en la Sima de los Huesos.

3.6.3 Control del fuego

Algunos prehistoriadores creen que las más antiguas evidencias de fuego controlado proceden del yacimiento de Chesowanja con una antigüedad de 1,4 millones de años. Pero las primeras pruebas claras sobre la capacidad de los humanos de producir y controlar el fuego se encuentran en los yacimientos de Zhoukoudian en China, Terra Amata en Francia, Vértesszöllös en Hungría, La Cotte de St. Brelade (Isla de Jersey) en Gran Bretaña y Bilzingsleben en Alemania. Estos yacimientos tienen unos 300.000 o más años de antigüedad, pero no en todos los yacimientos de esa cronología aparecen evidencias de fuego. Son los neandertales los que generalizan el uso del fuego en todos sus asentamientos. En los yacimientos del **Paleolítico medio** aparecen frecuentemente hogares muy bien estructurados, con los que los neandertales organizaban el espacio donde vivían. Estos fuegos eran mantenidos quemando madera o huesos.

3.6.4 Sociabilidad

También tenemos pruebas de que los neandertales proporcionaban algún tipo de ayuda social a individuos muy viejos o con incapacidades físicas importantes. Por ejemplo, en el yacimiento de Shanidar (Irak) un individuo adulto (Shanidar 1), datado en unos 50.000 años, tenían huesos con diversas malformaciones óseas producidas por artritis y por un grave accidente en el que quedó malherido, perdió uno de sus brazos y le debió imposibilitar valerse por sí mismo para el resto de su vida. Sin embargo, aunque este hombre estaba gravemente incapacitado debido a varias lesiones y enfermedades, vivió muchos años y necesitó de la ayuda y cuidados de otros individuos. Muchos esqueletos de neandertales presentan indicios de heridas curadas en vida y de patologías óseas, reflejo de las enfermedades que padecieron: fracturas, amputaciones, artrosis degenerativas o pérdidas de dientes. Este comportamiento indica una cierta cohesión y solidaridad dentro de los grupos de neandertales.

3.6.5 Canibalismo neandertal

En el yacimiento croata de Krapina también encontramos evidencias de canibalismo entre los neandertales: los huesos están fracturados intencionalmente, muchos de ellos presentan marcas de corte en su superficie producidas por instrumentos **líticos**, y algunos de ellos están quemados.

En otras ocasiones las evidencias de canibalismo entre los neandertales han sido exageradas. El cráneo neandertal de Monte Circeo (Italia) tiene un gran agujero en su base. Se había interpretado que quizás el **foramen magnum** fue agrandado para consumir el cerebro. Sin embargo, el estudio tafonómico de este cráneo demuestra que la fracturación es natural y que probablemente se debe a la acción de hiénidos.

3.6.6 La caza

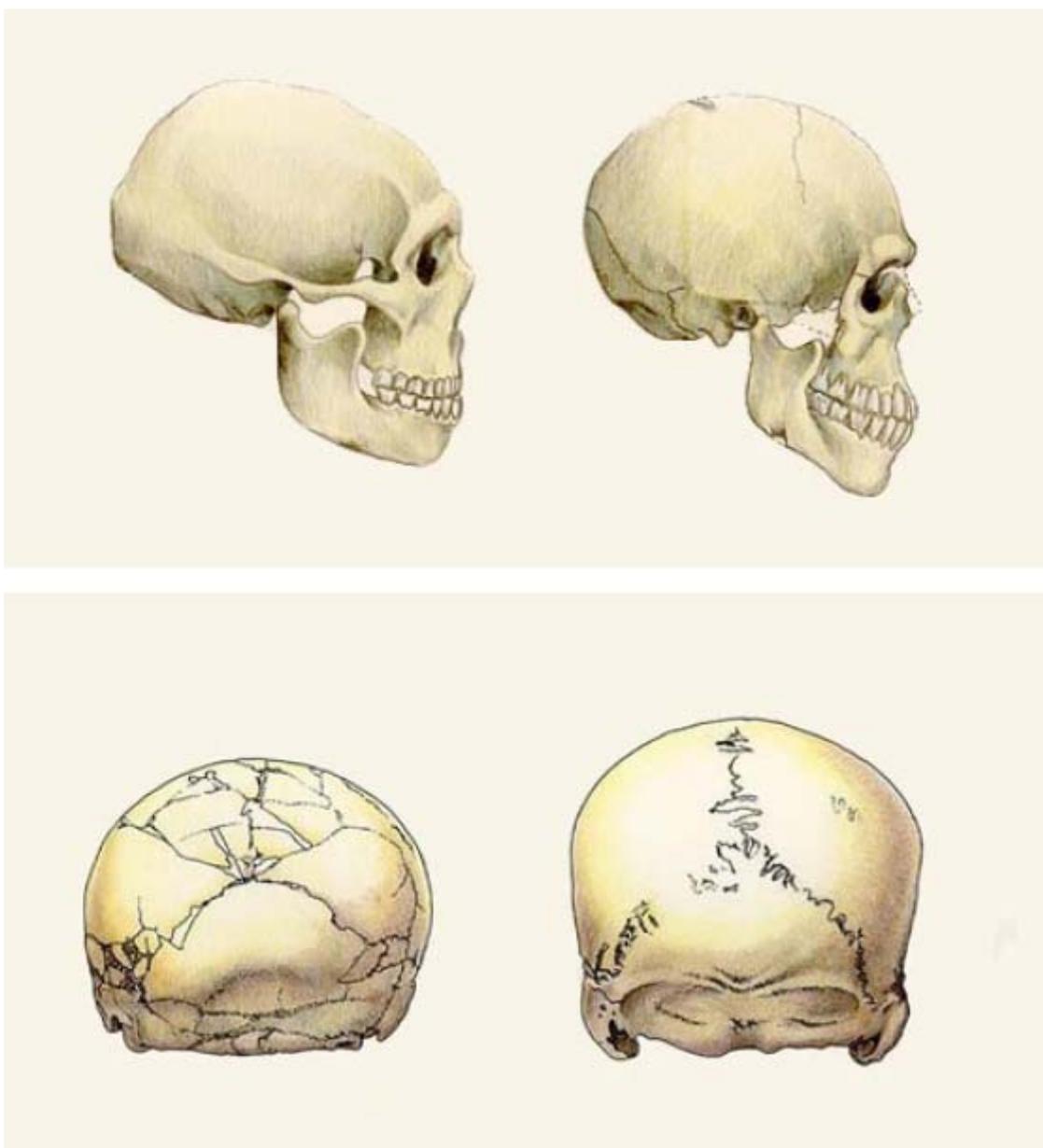
Los neandertales eran los cazadores más efectivos de nuestra Prehistoria. Aunque durante algunas épocas del año hay abundantes frutos y raíces que consumir, el único alimento constante es la carne de los mamíferos.

A partir de los conjuntos de restos de animales encontrados en los diferentes yacimientos del **Paleolítico medio**, sabemos que los neandertales eran buenos cazadores, aunque quizás algunas de sus presas también las obtuviesen practicando métodos oportunistas y de carroñeo. Sus presas principales eran los ciervos, caballos, bisontes, cabras, renos y, en menor medida, mamuts y rinocerontes. En algunos yacimientos la mayor proporción de alguno de estos taxones sobre los demás no refleja las preferencias cinegéticas de los neandertales, sino que refleja la abundancia de este animal en el entorno inmediato de los yacimientos.

Además de por su alimento, algunos de estos animales eran apreciados también por su piel, huesos y tendones, usados para hacer ropa, tiendas, etc. La evidencia de que usaban ropas es indirecta. El estudio del desgaste que tienen sus útiles **líticos** nos indica que los usaban para cortar pieles y darles forma.

4. Actividades a desarrollar

A partir de la figura y con apoyo del texto, señalar las características que diferencian el cráneo y la mandíbula de un neandertal de los de un hombre moderno:



5. Autoevaluación

1) ¿Dónde se encontró el primer fósil de neandertal?

- a) Cantera de Forbes (Gibraltar)
- b) Cueva de Feldhofer (valle de Neander, Alemania)
- c) Engis (Bélgica)

2) ¿Cuál de estas especies tiene una mayor capacidad cerebral?

- a) *Homo erectus*
- b) *Homo neanderthalensis*
- c) *Homo sapiens*

3) ¿Cuál de estas especies está más encefalizada?

- a) *Homo erectus*
- b) *Homo neanderthalensis*
- c) *Homo sapiens*

4) Identificar que grupo de características tienen las mandíbulas y dientes de los neandertales:

- a) Dientes grandes, sin mentón, con espacio retromolar
- b) Con mentón, dientes pequeños, sin espacio retromolar
- c) Dientes pequeños, con espacio retromolar, sin mentón

5) Marcar las características que posee el cráneo de un Neandertal:

- a) Frente alta
- b) Perfil redondeado en vista posterior
- c) Apófisis mastoides grandes
- d) Placa infraorbitaria orientada coronalmente
- e) Prognatismo mediofacial
- f) Fosa supraorbitaria
- g) Torus supraorbitario poco marcado

6) ¿Qué adaptaciones al clima frío podemos observar en la estructura corporal de los neandertales respecto a nuestra especie?

7) ¿Cómo se denomina el tipo de industria lítica elaborada por los neandertales?

- a) Musteriense
- b) Auriñaciense
- c) Achelense

8) ¿Qué caracteriza el tipo de talla Levallois?

- a) Obtención de lascas de tipo laminar
- b) Utilización de percusión indirecta
- c) Preparación del núcleo

9) *Homo heidelbergensis* es antepasado de:

- a) *Homo sapiens*
- b) *Homo neanderthalensis*
- c) De los dos anteriores

10) ¿En qué grupo de humanos encontramos las pruebas más antiguas de comportamiento funerario?

- a) En los hombres modernos
- b) En los neandertales
- c) En los antepasados de los neandertales

11) Indica tres yacimientos europeos donde se hallan encontrado fósiles de Neandertales:

- a) Le Moustier
- b) Arago
- c) La Ferrassie
- d) Shanidar
- e) Maüer
- f) Krapina

12) Indica tres yacimientos de la Península Ibérica donde se han encontrado fósiles de neandertales:

- a) Zafarraya
- b) Valdegoba
- c) Atapuerca
- d) Cova Negra
- e) Altamira
- f) Abric Romaní

13) ¿Qué antigüedad aproximada tienen los neandertales más antiguos?

- a) 100.000 años
- b) 200.000 años
- c) 500.000 años

14) ¿Cuál es el fósil de neandertal más completo de la Península Ibérica?

- a) Forbes Quarry
- b) Valdegoba
- c) Bañolas

15) Señala las capacidades culturales que poseían los neandertales:

- a) Pintura rupestre
- b) Control de fuego
- c) Talla Levallois
- d) Comportamiento funerario
- e) Paleolítico superior

6. Soluciones

1) ¿Dónde se encontró el primer fósil de neandertal?

c) Engis (Bélgica)

2) ¿Cuál de estas especies tiene una mayor capacidad cerebral?

b) *Homo neanderthalensis*

3) ¿Cuál de estas especies está más encefalizada?

c) *Homo sapiens*

4) Identificar que grupo de características tienen las mandíbulas y dientes de los neandertales:

c) Dientes pequeños, con espacio retromolar, sin mentón

5) Marcar las características que posee el cráneo de un Neandertal:

b) Perfil redondeado en vista posterior

e) Prognatismo mediofacial

f) Fosa suprainíaca

6) ¿Qué adaptaciones al clima frío podemos observar en la estructura corporal de los neandertales respecto a nuestra especie?

a) Un cuerpo ligeramente más bajo y ancho (regla de Bergmann).

b) Tienen las extremidades relativamente cortas, sobretodo en los segmentos distales (regla de Allen).

Explicación: Ambas adaptaciones obedecen a la ley que establece que en climas fríos los animales reducen la relación entre la superficie y la masa corporal para minimizar las pérdidas de calorías.

7) ¿Cómo se denomina el tipo de industria lítica elaborada por los neandertales?

a) Musteriense

8) ¿Qué caracteriza el tipo de talla Levallois?

c) Preparación del núcleo

9) *Homo heidelbergensis* es antepasado de:

b) *Homo neanderthalensis*

10) ¿En qué grupo de humanos encontramos las pruebas más antiguas de comportamiento funerario?

c) En los antepasados de los neandertales

11) Indica tres yacimientos europeos donde se hallan encontrado fósiles de Neandertales:

- a) Le Moustier
- c) La Ferrassie
- f) Krapina

12) Indica tres yacimientos de la Península Ibérica donde se han encontrado fósiles de neandertales:

- a) Zafarraya
- b) Valdegoba
- d) Cova Negra
- f) Abric Romaní

13) ¿Qué antigüedad aproximada tienen los neandertales más antiguos?

- b) 200.000 años

14) ¿Cuál es el fósil de neandertal más completo de la Península Ibérica?

- a) Forbes Quarry

15) Señala las capacidades culturales que poseían los neandertales:

- b) Control de fuego
- c) Talla Levallois
- d) Comportamiento funerario

Unidad 2, Origen del hombre moderno



Cráneo de Jebel Irhoud 1, Marruecos

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos
- 1.2 Objetivos didácticos
- 1.3 Lecturas recomendadas

2. Resumen de la unidad didáctica

3. Desarrollo del tema

Introducción

3.1. Hipótesis evolutivas

- 3.1.1 La hipótesis multirregional
- 3.1.2 La hipótesis del origen único

3.2 La evidencia fósil

- 3.2.1 El Próximo Oriente
 - 3.2.1.1 Primeras investigaciones en el Próximo Oriente
 - 3.2.1.2 Nuevas dataciones e interpretaciones en el Próximo Oriente
- 3.2.2 Los fósiles africanos
- 3.2.3 La expansión de los humanos modernos

3.3 La evidencia molecular

- 3.3.1 El código genético
- 3.3.2 La diversidad genética actual
- 3.3.3 Los "relojes moleculares"
- 3.3.4 Estado actual de los estudios genéticos
- 3.3.5 Genes fósiles

3.4 La evidencia genética vs. la evidencia fósil

4. Actividades a desarrollar

5. Autoevaluación

6. Soluciones de Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No son necesarios conocimientos previos, ya que los conceptos básicos se explican en el texto, pero el contenido se encuentra muy relacionado con la Unidad 3 del Módulo 6 "Cromañones y neandertales".

1.2 Objetivos didácticos

El origen de nuestra **especie** (*Homo sapiens*) es uno de los temas centrales de los estudios de evolución humana. A lo largo de las últimas décadas se han propuesto dos hipótesis opuestas para explicar la aparición de los humanos modernos. La primera (la hipótesis multirregional o "en candelabro") propone que la evolución hacia el hombre moderno se produjo de forma global desde poblaciones primitivas en todo el mundo. La segunda hipótesis (denominada "Arca de Noé") propone la aparición de los humanos modernos en un lugar geográfico concreto desde donde se expandieron al resto del mundo.

Esta Unidad didáctica tiene los siguientes objetivos:

- Conocer las diferentes hipótesis sobre el origen de los humanos modernos.
- Proceso de aparición de los humanos modernos.
- Evidencia fósil del origen de los humanos modernos.
- Fósiles más importantes de nuestra **especie**.
- Localización geográfica de estos hallazgos.
- Cronología de los fósiles de *Homo sapiens*.
- Resultados de los estudios genéticos de la humanidad actual.
- La evidencia molecular para el origen del hombre moderno.
- Resultados de la investigación de genes fósiles

1.3 Lecturas recomendadas

Bertranpetit, J. (Ed.) (1993). *Orígenes del Hombre Moderno*. Madrid: Prensa Científica.

Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I. & Mosquera, M. (1997). A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca: possible ancestor to Neandertals and modern humans. *Science* **276**, 1392-1395.

Cann, R.L., Stoneking, M. & Wilson, A.C. (1987). Mitochondrial DNA and human evolution. *Nature* **325**, 31-36.

Cavalli-Sforza, L.L. (1991). Genes, peoples, and languages. *Scientific American* **265**(5), 104-110.

Hammer, M. & Zegura, S. (1996). The role of the Y chromosome in human evolutionary studies. *Evolutionary Anthropology* **4**, 121-129.

Krings, M., Geisert, H., Schmitz, R.W., Krainitzki, H. & Pääbo, S. (1999). DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the Neandertal type specimen. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **96**, 5581-5585.

Krings, M., Stone, A., Schmitz, R.W., Krainitzki, H., Stoneking, M. & Pääbo, S. (1997). Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans. *Cell* **90**, 1-20.

Mellars, P. & Stringer, C.B. (Ed.) (1989). *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Stringer, C. & McKie, R. (1998). *African Exodus. The Origins of Modern Humanity*. New York: Henry Holt.

Wolpoff, M.H. (1996). Interpretations of multiregional evolution. *Science* **274**, 704-706.

2. Resumen

Se han propuesto dos modelos para explicar el origen de los humanos anatómicamente modernos: el primero de ellos es el modelo multirregional o "en candelabro", y el segundo es el modelo del "Arca de Noé", del origen único o de la sustitución. Según el primero, las antiguas poblaciones del Asia, África y Europa mantienen una continuidad evolutiva y genética con la humanidad actual, y son la causa de las diferencias que existen entre los diferentes grupos humanos actuales. El segundo modelo postula un origen único en un lugar geográfico concreto para la humanidad actual, y a partir de ese punto de origen una migración al resto del mundo que reemplazó a las poblaciones anteriores.

El análisis de esta cuestión puede abordarse utilizando dos fuentes de información complementarias: 1) el estudio de los fósiles humanos, su taxonomía, cronología y ubicación geográfica; 2) los estudios genéticos de la variabilidad de la humanidad actual y, más excepcionalmente, de los genes que se encuentran en los fósiles.

Hasta hace poco tiempo, en el estudio del registro fósil había un problema metodológico porque las técnicas de datación existentes no permitían datar los fósiles humanos de este periodo. Pero la aplicación de las técnicas de termoluminiscencia, series de uranio y resonancia de espín electrónico a permitido obtener fechas para estos restos. Estas técnicas han confirmado que el hombre moderno estaba ya presente en África hace unos 150.000-100.000 años, cuando los neandertales todavía vivían en Europa y el *Homo erectus* todavía poblaba la isla de Java. En Europa los hombres de Cromañón, asociados a una industria del **Paleolítico superior**, sustituyen bruscamente a los neandertales asociados a una industria del **Paleolítico medio (musteriense)** hace unos 30.000-40.000 años. En cambio, los humanos modernos vivieron en el Próximo oriente hace unos 100.000 años, y son más antiguos que la mayor parte de los restos de neandertales hallados en este mismo lugar, por lo tanto difícilmente los primeros pueden ser descendientes de los segundos. Ambos grupos humanos presentes en Próximo Oriente compartían el mismo tipo de industria lítica, el musteriense.

El esqueleto neandertal de Tabun, posiblemente, atestigua un primer poblamiento de los neandertales hace unos 110.000-100.000 años. Con posterioridad, alrededor de los 100.000 años, sólo encontramos yacimientos con fósiles de humanos modernos. Los neandertales habrían poblado el Próximo Oriente en un momento de frío intenso, que les habría obligado a desplazarse hacia el sur entre hace unos 60.000-40.000 años. Finalmente, hace unos 40.000 años, los neandertales desaparecen y sólo perviven los humanos modernos.



Figura 6.2.1 Cráneo neandertal de Tabun (Israel) posiblemente de 110.000-100.000 años de antigüedad.

La variabilidad genética observada a nivel mundial es muy escasa, pero es relativamente mayor en las poblaciones africanas. La mayor parte de estudios genéticos (ADN mitocondrial, análisis cromosómico, ADN nuclear, microsatélites) coinciden en que todos los humanos modernos tenemos nuestro origen en África entre hace 200.000 y 150.000 años.

Además, los análisis del ADN mitocondrial (ADNmt) de un neandertal han reforzado la opinión de que los neandertales no son antepasados de la humanidad actual, sino que ambos grupos comparten un antepasado común, lejano en el tiempo, y que podría corresponder con la [especie](#) hallada en el nivel TD6 de la Gran Dolina de la Sierra de Atapuerca: *Homo antecessor*.

Uno de los principales problemas de los estudios genéticos es la forma de establecer los "relojes moleculares", que sitúan temporalmente los momentos de divergencia de las líneas evolutivas. Se deben tomar previamente algunos supuestos: las semejanzas genéticas entre individuos han de ser función de su parentesco, y directamente proporcionales al tiempo de divergencia desde un antepasado común; la tasa de mutación ha de ser constante; y los genes estudiados deben ser neutros, es decir, que no actúe sobre ellos la selección natural.

3. Desarrollo del tema

3.1 Hipótesis evolutivas

Desde los inicios de los estudios paleoantropológicos el origen de nuestra especie, *Homo sapiens*, es uno de los temas centrales de interés y debate. En primer lugar, las interpretaciones e hipótesis surgieron a partir de los fósiles humanos encontrados y de las evidencias culturales (como la industria lítica) hallados en los yacimientos arqueológicos y paleontológicos. Utilizando los mismos fósiles humanos se propusieron diferentes hipótesis evolutivas para explicar la aparición de la humanidad actual.

Pero en los últimos tiempos, los estudios de tipo genético han añadido sus esfuerzos a la investigación del origen de la humanidad actual, pero, salvo en casos excepcionales que trataremos más adelante, la Genética sólo dispone del material molecular de las poblaciones actuales. Los dos tipos de información se complementan y apoyan para descubrir la forma, el cuándo y el dónde de la aparición de nuestra especie.

Existen dos modelos contrapuestos para explicar el origen de los humanos anatómicamente modernos: el primero de ellos es el modelo multirregional o "en candelabro" y el segundo es el modelo del "Arca de Noé", del origen único o de la sustitución.

3.1.1 La hipótesis multirregional

La hipótesis de la **evolución multirregional**, también denominada evolución en candelabro por William Howells, contempla el proceso de aparición de nuestra especie como el resultado de una profunda transformación filética, a partir de las poblaciones ancestrales de *Homo erectus* en el Viejo Mundo, que evolucionaron gradual e independientemente hacia *Homo sapiens* arcaicos y posteriormente hasta los humanos modernos. Las diferencias que se encuentran en los diferentes continentes entre las razas actuales tendrían un origen muy antiguo y serían el resultado de un proceso evolutivo en paralelo.

Esta hipótesis fue propuesta por Franz Weidenreich antes de la Segunda Guerra Mundial y defendida a mediados de siglo por Carleton Coon y otros científicos. Según Weidenreich, invocando una forma de ortogénesis, existe una dirección predeterminada en las **especies** para evolucionar en un determinado sentido, y que explica porque distintos linajes humanos han conducido de forma independiente a la aparición de la misma especie en diferentes lugares. Para Coon, en primer lugar habrían surgido las diferencias raciales y posteriormente habría aparecido la especie *Homo sapiens*. Sin embargo, a partir de los mecanismos evolutivos que conocemos, es biológicamente inviable que poblaciones aisladas genéticamente evolucionen dando lugar a una misma especie.

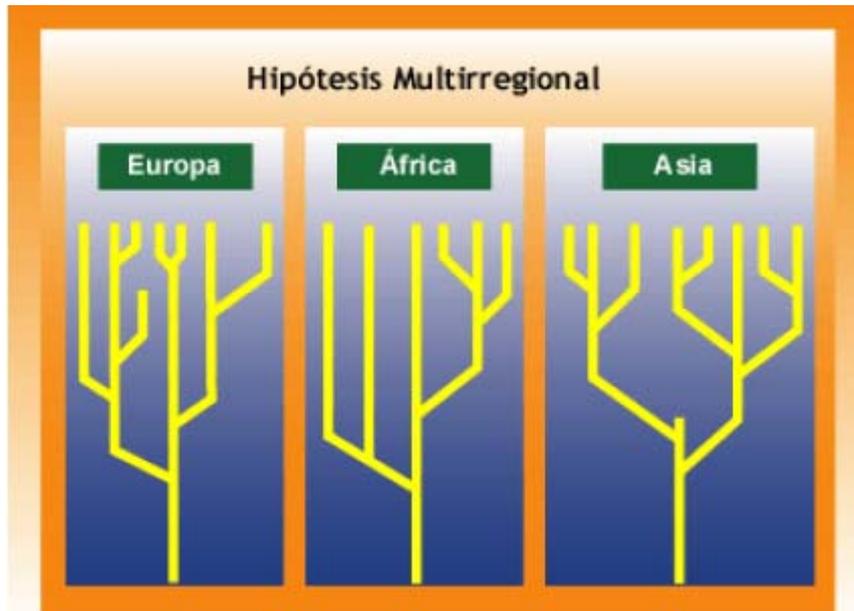


Figura 6.2.2 Modelo de evolución según la hipótesis multirregional de aparición de *Homo sapiens*.

Por este motivo, más recientemente, los defensores del modelo multirregional, entre los que destacan Milford Wolpoff y Alan Thorne, reconocen la importancia del **flujo genético** entre las distintas poblaciones geográficas. Opinan que éstas evolucionaron hacia la humanidad actual no independiente, sino de forma conjunta, con flujos genéticos entre las distintas poblaciones que formaban una compleja red genética. El flujo genético habría sido lo suficientemente importante para que las poblaciones fuesen en una misma dirección pero mantuvieron las diferencias que caracterizan a los humanos de cada región. Estos autores observan una continuidad morfológica entre los aborígenes australianos, los fósiles de Ngandong y los primeros pobladores de Java, representados por Sangiran 17. Debajo de esta hipótesis subyace una concepción de la evolución humana como una escalera ascendente que conduce inevitablemente al *Homo sapiens*. Es decir, nuestra **especie** es resultado final de la evolución a través de una serie de estadios humanos intermedios que se suceden progresivamente.

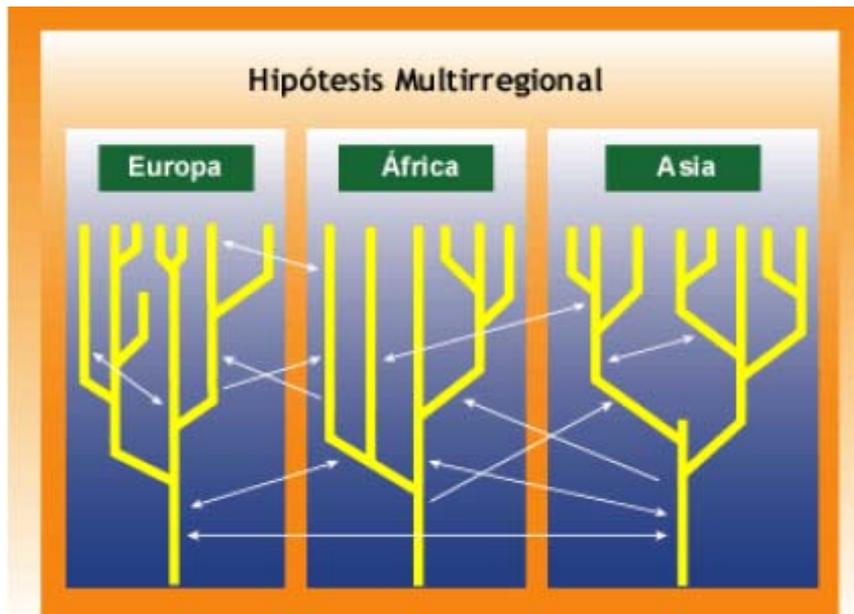


Figura 6.2.3 Modelo de evolución de la hipótesis multirregional con flujos genéticos entre los distintos continentes que conducen a la aparición de *Homo sapiens*.

Pero como hemos podido ver a lo largo de todo este curso, los mecanismos biológicos que afectan a los humanos son los mismos que los de otros grupos animales, y la dinámica de la evolución humana no es diferente a la de otros seres vivos. El árbol evolutivo de los homínidos no es de tipo secuencial, sino que tiene una forma muy ramificada con múltiples eventos de aparición y extinción de géneros, especies y poblaciones.

3.1.2 La hipótesis del origen único

Esta hipótesis ya fue propuesta a principios de siglo a partir de los hallazgos de fósiles humanos que se produjeron en Europa y Asia, que tenían como protagonistas principales a los neandertales y a los hombres de Cromañón. Después del estudio del neandertal de la Chapelle-aux-Saints, el paleontólogo francés Marcellin Boule propuso que los neandertales no eran nuestros antepasados, sino que *Homo sapiens* había evolucionado en alguna otra parte del mundo, y que, posteriormente, había colonizado Europa provocando la extinción de los neandertales. Los prehistoriadores observaban que en las secuencias estratigráficas de los yacimientos europeos los neandertales siempre aparecían en niveles por debajo (y por lo tanto más antiguos) a los de los hombres de Cromañón. Además, los primeros estaban asociados a industrias líticas del **Paleolítico medio**, mientras que los segundos aparecían junto a industria lítica del **Paleolítico superior**. El cambio del tipo de humanos y del tipo de industria lítica aparecía en el registro arqueológico de forma brusca.

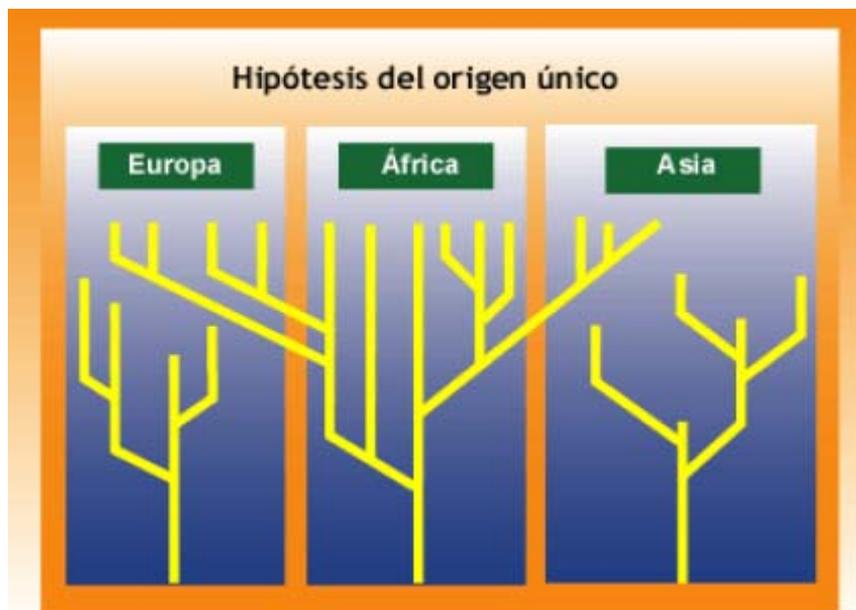


Figura 6.2.4 Modelo de evolución según la hipótesis del origen único o del Arca de Noé de *Homo sapiens*.

Los fósiles humanos del **Pleistoceno** medio y superior, el periodo clave para entender el proceso de aparición de *Homo sapiens*, se han multiplicado en la segunda mitad del siglo XX. A partir de éstos, numerosos paleoantropólogos, entre los que destacan Gunter Bräuer y Christopher Stringer, opinan que los humanos modernos aparecieron en África hace entre 300.000 y 100.000 años, y a partir de este continente emigraron al resto del Viejo Mundo, reemplazando a las distintas humanidades presentes en Asia y Europa. En este proceso colonizador se extinguieron los neandertales europeos y los *Homo erectus* asiáticos, que habían aparecido como resultado de evoluciones locales en condiciones de aislamiento genético. Esta hipótesis, del origen exclusivamente africano, fue bautizada "Out of Africa" o "Fuera de África".

Por lo tanto, en la evolución humana se habrían producido un mínimo de dos salidas de África: una primera, durante el Pleistoceno inferior, protagonizada por los antepasados de los primeros pobladores de Asia (*Homo erectus*) y Europa (*Homo antecessor*), los cuales encontraron ambos continentes en estado virgen; y una segunda salida más reciente, en el Pleistoceno superior, protagonizada por *Homo sapiens* que avanzó sobre territorios que ya estaban ocupados por otros humanos y que con el tiempo acabó sustituyéndolos.

3.2. La evidencia fósil

Uno de los principales problemas en el estudio de los primeros hombres modernos es de tipo metodológico, ya que el rango de edades de los yacimientos de interés queda fuera de las técnicas de datación tradicionales. Las técnicas radiocarbónicas no pueden datar materiales de más de 30.000 o 40.000 años y, en muy pocos casos, se dispone de materiales de tipo volcánico para aplicar otras técnicas, como el K-Ar o el Ar-Ar.

A partir de los años ochenta, esta dificultad ha ido desapareciendo gracias al desarrollo de nuevas técnicas de datación: las series de Uranio, la termoluminiscencia y la resonancia de espín electrónico. La aplicación de estas técnicas ha confirmado que el hombre moderno estaba presente en África cuando los neandertales todavía vivían en Europa y Asia occidental, y el *Homo erectus* todavía poblaba la isla de Java.

3.2.1 El Próximo Oriente

3.2.1.1 Primeras investigaciones en el Próximo Oriente

La investigación sobre los *homínidos* del Próximo Oriente comenzó en 1929, cuando la arqueóloga Dorothy Garrod inició un proyecto quinquenal de excavación en las cuevas de Skhul, Tabun y el-Wad en el Monte Carmelo (Israel), a la que se unió más tarde Theodore McCown. Los dos primeros yacimientos proporcionaron varios esqueletos humanos parciales, resultado de posibles enterramientos. Inicialmente, se propusieron diversas hipótesis sobre cuales eran las poblaciones representadas en ambas cuevas:

- eran formas intermedias entre los neandertales y los humanos modernos.
- posibles híbridos entre ambas poblaciones.
- representaban una población que evolucionó localmente.

Entre 1935 y 1975 se excavó una muestra mayor de humanos modernos de tipo primitivo en Jebel Qafzeh, cerca de Nazaret, y se descubrieron más neandertales en las cuevas de Kebara, también en el Monte Carmelo, y en Amud, junto al mar de Galilea. Finalmente, gracias a las aportaciones de los paleoantropólogos Clark Howell y Bernard Vandermeersch, la conclusión que se aceptó fue que Tabun, Kebara y Amud habían sido habitados por los neandertales. En cambio, los fósiles de Skhul y Qafzeh pertenecían a humanos modernos con rasgos primitivos (algunos presentan *torus* supraorbitarios muy marcados). Estos humanos tenían un cráneo con una gran capacidad craneal, forma globosa, con la frente alta, nariz estrecha y las mandíbulas poseían mentón. Su esqueleto postcraneal era menos robusto que los neandertales y el tronco era más estrecho y esbelto. La estructura de su esqueleto es muy similar a la que poseen los humanos actuales de tipo tropical, muy altos y con miembros largos. Es decir, su morfología es muy similar a la de la humanidad actual y los fósiles humanos de Skhul y Qafzeh pertenecen a nuestra misma *especie*: *Homo sapiens*.

3.2.1.2 Nuevas dataciones e interpretaciones en el Próximo Oriente

Así, por los años setenta, la opinión general era que en Oriente Medio y en Europa los humanos modernos llegaron después de los neandertales y, en consecuencia, podían haber descendido de ellos. Tanto los neandertales como los humanos modernos aparecían asociados al mismo tipo de tecnología lítica del Modo 3 o **Paleolítico medio**: el **Musteriense**.

Pero esta reconstrucción cronológica chocaba con los análisis de la fauna fósil de Tabun y Qafzeh realizados por E. Tchernov y con los estudios de la secuencia polínica. En algunos niveles de Qafzeh, que contenían fósiles humanos, Tchernov había hallado varias especies de roedores arcaicos que no estaban representadas en el nivel C de Tabun (de donde proceden el esqueleto de neandertal y una mandíbula aislada posiblemente de *Homo sapiens*). La aplicación de las nuevas técnicas de datación a los fósiles de Skhul y Qafzeh vino a confirmar la sospecha de que ambos yacimientos eran más antiguos de lo que se pensaba. Los fósiles humanos de Skhul y Jebel Qafzeh han sido datados por termoluminiscencia, resonancia de espín electrónico y series de uranio, dando una antigüedad en torno a los 100.000 años. El esqueleto neandertal de Tabun posiblemente tiene en torno a los 110.000 años, pero en cambio los fósiles de neandertales de Kebara, Amud y Dederiyeh son más recientes, entre los 85.000 y los 50.000 años.

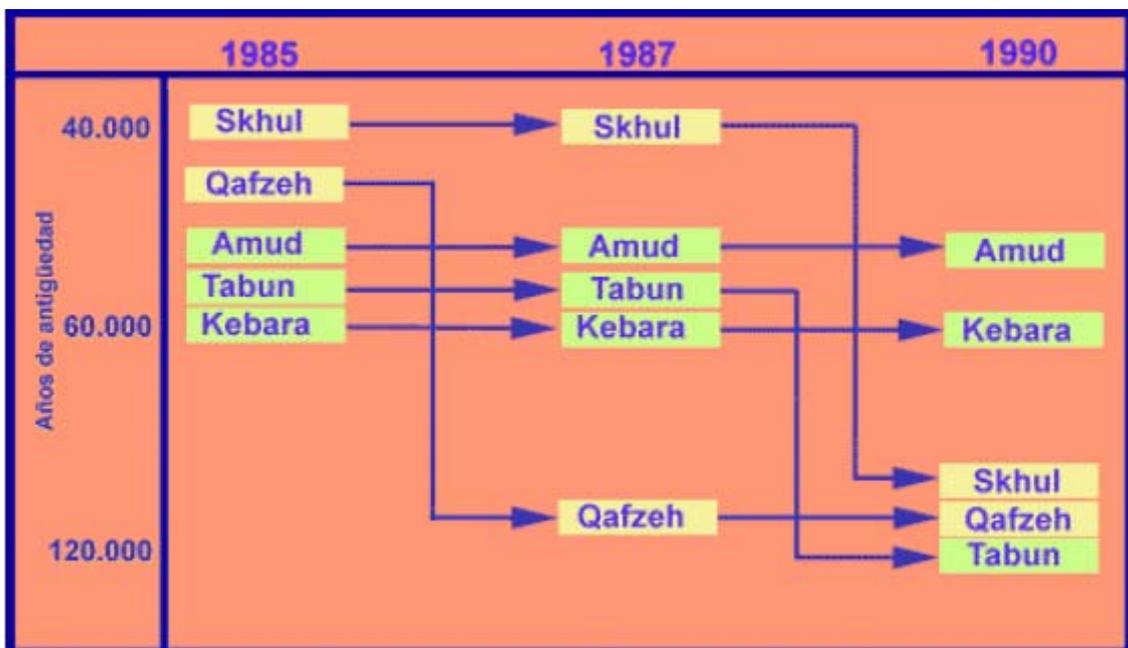


Figura 6.2.5 Las recientes dataciones empleando nuevas técnicas en los yacimientos del Próximo Oriente han cambiado la perspectiva que se tenía de las relaciones evolutivas entre humanos modernos (Skhul y Qafzeh) y los neandertales (Amud, Kebara y Tabun).

Estos resultados refutaron la relación genealógica defendida durante mucho tiempo y los neandertales, que mostraban aquellos esqueletos robustos, no podían ser los antepasados de *Homo sapiens*, con esqueletos más gráciles. Tampoco era posible seguir vinculando la existencia de los humanos modernos a la revolución tecnológica del [Paleolítico superior](#), porque cuando el *Homo sapiens* aparece en escena en el Próximo Oriente, su modo de vida y su tipo de industria lítica era indistinguible del de los neandertales.

Los humanos modernos estaban presentes en el Próximo oriente hace 100.000 años. De hecho, puede que tengan una genealogía local bastante amplia. En la cueva de Zuttiyeh, cerca de Amud, Turville-Petre encontró en 1925 un fragmento de cráneo (principalmente la región frontal) que podría tener entre los 200.000 y los 250.000 años de antigüedad. Este individuo, aunque muy fragmentario, podría haber formado parte de la población de la que descendieron los pobladores de Skhul y Qafzeh. En cambio, los neandertales no parece que hayan tenido antepasados en el Próximo Oriente y por lo tanto son descendientes de los neandertales europeos. En primer lugar, como atestiguaría el esqueleto de Tabun con una antigüedad de 110.000-100.00 años, el Próximo Oriente fue ocupado por los neandertales, pero los humanos modernos los sustituyeron hace unos 100.000 años. Tenemos que destacar que en este yacimiento, en el mismo nivel estratigráfico (nivel C), apareció un esqueleto claramente de un neandertal, y una mandíbula que parece pertenecer a un humano moderno. Pero, existe la posibilidad de que el esqueleto fuese de edad posterior y que hubiese sido introducido en el nivel C al enterrar el cuerpo.

Posteriormente, entre hace 60.000 y 40.000 años, los neandertales desplazaron a los humanos modernos hacia el sur y, finalmente, hace 40.000 años, los neandertales desaparecieron del Próximo Oriente. Según el arqueólogo israelí Ofer Bar-Yosef, los neandertales habrían poblado el Próximo Oriente en los momentos de fríos intensos, que habrían obligado a los neandertales a desplazarse hacia el sur. La desaparición de los neandertales coincide con la aparición de las industrias líticas del [Paleolítico superior](#) en el Próximo Oriente y en Europa.



Figura 6.2.6 Vista del yacimiento de Skhul donde han aparecido fósiles de *Homo sapiens* con una antigüedad de 100.000 años.

3.2.2 Los fósiles africanos

En torno a un millón de años de antigüedad hay un gran vacío de fósiles humanos en África, en donde podría encontrarse una población de características muy similares a la encontrada en la Gran Dolina de la Sierra de Atapuerca, y que ha sido asignada a la nueva especie *Homo antecessor*. A partir de este antepasado común, en Europa las poblaciones humanas evolucionaron dando lugar a los neandertales, en África evolucionaron hacia nuestra especie.

Los fósiles africanos del **Pleistoceno** medio son muy similares morfológicamente a los humanos mesopleistocenos europeos. Aunque la mayor parte de las dataciones son dudosas, en este grupo podemos situar a los fósiles de Bodo, Eyasi, Ndotu, Salé y Broken Hill. Merced a esta similitud, muchos científicos incluyen a estos fósiles africanos junto a los fósiles del Pleistoceno medio europeo en la especie *Homo heidelbergensis*. Pero la similitud morfológica es únicamente debido a su estrecha relación evolutiva, porque comparten un antepasado común muy próximo en el tiempo. En los fósiles de la línea evolutiva africana pueden observarse algunas características que darán lugar a *Homo sapiens*, y por lo tanto deben clasificarse como una especie distinta: *Homo rhodesiensis*.

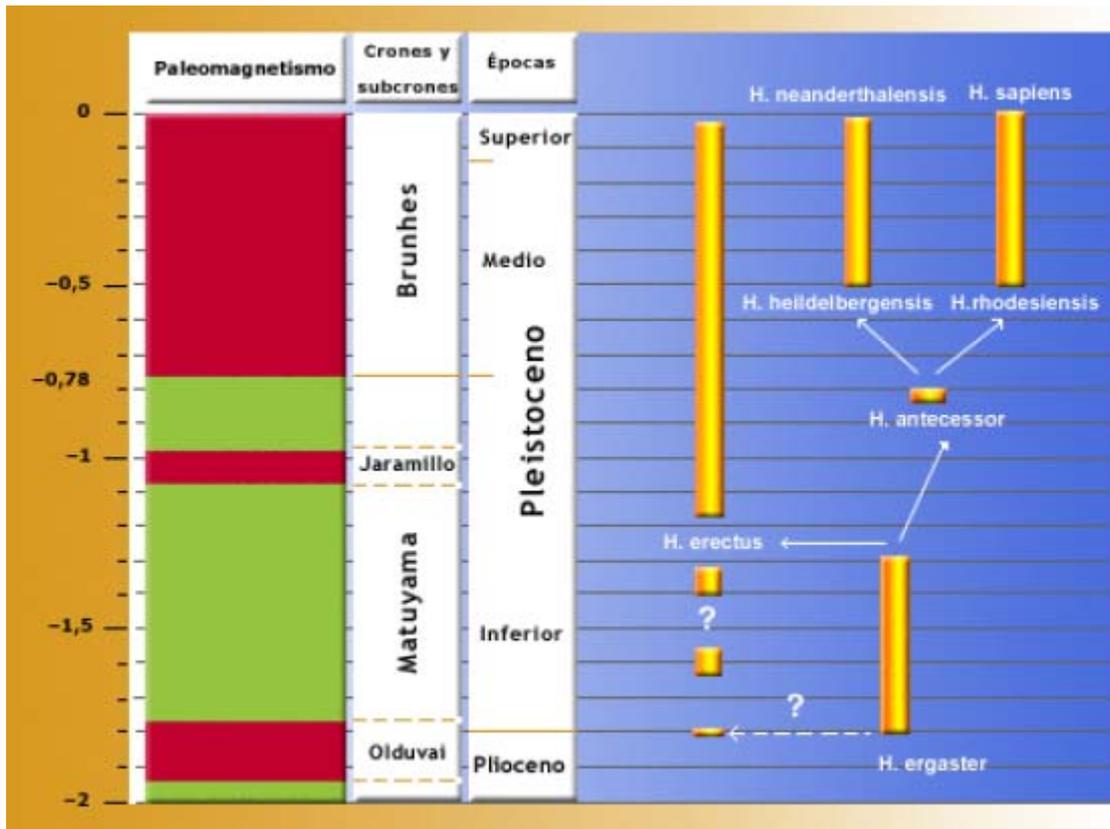


Figura 6.2.7 Esquema evolutivo con las especies humanas del Pleistoceno.

Entre hace 200.000 años y 100.000 años, en los fósiles humanos hallados en África, empiezan a aparecer características propias de la humanidad actual. Es el caso de los fósiles procedentes de los niveles superiores de Laetoli (cráneo L.H. 18), de las formaciones superiores del valle del río Omo (cráneo Omo Kibish 2) y de otros restos sudafricanos (Border Cave, Florisbad, Cave of Hearths). Estos fósiles presentan una **prognatismo** facial más reducido, mayores capacidades craneales y una frente más elevada y convexa.

En el norte de África, también se han encontrado fósiles que pueden representar a estas poblaciones transicionales que evolucionaban hacia *Homo sapiens*. En Jebel Irhoud, en Marruecos, se han encontrado restos de unos cinco individuos de entre 100.000 y 200.000 años de antigüedad. En el cráneo más completo, Jebel Irhoud 1, puede observarse un neurocráneo primitivo, con una gran capacidad craneal (1305 cc), unido a una cara de morfología muy moderna.



Figura 6.2.8 El cráneo de Jebel Irhoud 1 (Marruecos), con una antigüedad entre 100.000 y 200.000 años, representa a las poblaciones africanas antepasadas directas de *Homo sapiens*.

Estos fósiles del **Pleistoceno** medio final y Pleistoceno superior de África podrían ser calificados de premodernos. Los pocos cráneos que las conservan, tienen caras gráciles similares a las de *Homo sapiens*, tienen mayores capacidades craneales y sus neurocráneos son menos robustos y más redondeados. Sin embargo, en ellos no se observa todavía el conjunto de características de un cráneo moderno, casi esférico, con la bóveda alta y la frente vertical.

Uno de los fósiles más antiguos de *Homo sapiens* en África podía ser el esqueleto parcial de Omo-Kibish 1 (Etiopía), hallado por Richard Leakey en 1967, con una antigüedad entre 50.000 y 130.000 años. Tanto su cráneo, muy fragmentario, como su esqueleto postcraneal presenta una morfología muy moderna, más esbelta y grácil que esqueletos primitivos. En el complejo de cuevas de Klasies River Mouth, en Sudáfrica, se han encontrado fósiles humanos muy fragmentarios con una edad entre 90.000 y 120.000 años, pero que son anatómicamente muy similares a los de la humanidad actual. Estos restos de Klasies River Mouth están quemados y presentan numerosas marcas de corte en su superficie porque fueron consumidos por otros humanos.

3.2.3 La expansión de los humanos modernos

Si en África se observa una transición entre los fósiles más arcaicos hasta fósiles que pertenecen a nuestra especie, en otras partes del mundo la sustitución entre los homínidos más primitivos y los *Homo sapiens* fue mucho más abrupta. Como atestiguan los fósiles de Qafzeh y Skhul, los humanos modernos ya estaban en el Próximo Oriente hace 100.000 años, aunque luego fueron desplazados de allí por los neandertales. En un primer momento los neandertales ganaron la partida a los *Homo sapiens*, pero después la perdieron de forma definitiva.

En Europa se observa una sustitución brusca de la industria Musteriense de Modo 3 por el Auriñaciense, la primera industria del Paleolítico superior o Modo 4. El Musteriense se atribuye a los neandertales y el Auriñaciense lo traerían consigo los *Homo sapiens* (la confrontación entre neandertales y cromañones fue un proceso más complejo que veremos con detalle en la siguiente Unidad didáctica). El *Homo sapiens* se expandió por Europa hace unos 40.000 años y lo encontramos en numerosos yacimientos posteriores a esa fecha.

Los humanos modernos también se expandieron hasta el extremo oriental de Eurasia, llegando a Australia hace entre 60.000 y 50.000 años, fechas ligeramente más antiguas que el poblamiento de Europa. En los yacimientos de Australia únicamente se encuentran utensilios líticos de Modo 3 y no de Modo 4, tal y como aparecen en Europa asociados a *Homo sapiens*. Es muy posible, que el poblamiento de Asia y Australia sea más antiguo que el de Europa y fuese anterior a la "invención" del Modo 4, realizada por un grupo de *Homo sapiens*, en un lugar aún por determinar (en el Próximo oriente o en África). Fue este desarrollo tecnológico y su mayor complejidad cultural lo que dió a los humanos modernos algún tipo de ventaja sobre los neandertales, causando el éxito evolutivo de los primeros.

3.3 La evidencia molecular

3.3.1 El código genético

La molécula responsable de la herencia biológica es el ácido desoxirribonucleico (ADN), que lleva codificada en su estructura química la información que constituye a cada ser vivo. El ADN está organizado en cromosomas, en pares homólogos, dentro del núcleo celular. El número de cromosomas varía de una **especie** a otra (por ejemplo, los humanos tenemos 23 pares de cromosomas, los chimpancés, orangutanes y gorilas 24 pares, los macacos 21 pares). En la reproducción sexual, se produce una división celular especial, llamada **meiosis**, por la que cada una de las células reproductoras (óvulos y espermatozoides) contiene sólo la mitad de los cromosomas.

En el interior de cada una de nuestras células hay un núcleo que contiene la mayor parte de nuestro ADN. Pero fuera del núcleo se encuentra el ADN mitocondrial (ADNmt): numerosas copias de un filamento circular de ADN, constituidos por unos 16.000 pares de **bases** (en comparación con los tres mil millones de pares que constituyen el ADN nuclear). Las **mitocondrias** son pequeños orgánulos responsables del metabolismo energético de las células (al igual que los cloroplastos de las plantas que capturan la energía solar) y que también poseen su propio **genoma**. El ADNmt es muy interesante porque es relativamente pequeño, presenta una tasa muy elevada de mutaciones, y tiene la peculiaridad que sólo se hereda por línea materna. A diferencia del ADN nuclear, que heredamos la mitad de nuestra madre y la mitad de nuestro padre, el ADNmt es transmitido únicamente por las hembras, porque los espermatozoides sólo transportan ADNmt en su cola y se pierde en el proceso de fecundación. Debido a este modo de herencia exclusiva materna, no existe recombinación en el ADNmt entre los genes maternos y paternos, un hecho que puede enmascarar la historia evolutiva del genoma y hace mucho más difícil su investigación.

3.3.2 La diversidad genética actual

A partir de los años setenta, diferentes laboratorios del mundo empezaron a investigar la diversidad genética de la humanidad actual utilizando el ADNmt. Una de las primeras observaciones fue la escasa variación genética que existe entre los humanos, aproximadamente sólo el 10% de la variabilidad genética de la observada en los chimpancés. Esta baja variabilidad genética, que también se observa en el ADN nuclear y en otros marcadores genéticos implica un origen muy reciente de la humanidad actual.

En 1983, el equipo de Douglas Wallace publicó el primer estudio de ADNmt en la humanidad actual llegando a varias conclusiones que, con ligeras modificaciones, siguen siendo válidas hoy en día:

1) la variación en el ADNmt de los humanos modernos es muy pequeña y implica que el origen de nuestra especie es muy reciente, y se sitúa aproximadamente en hace 200.000 años.

2) De todas las poblaciones actuales estudiadas, entre las africanas se da la mayor variabilidad. Si la tasa de mutación es igual en todas las poblaciones, este dato sugiere que el linaje humano es más antiguo en África y su origen debe situarse en este continente. Inicialmente Wallace y sus colaboradores pensaron que esta mayor variabilidad se debía a una mayor tasa de mutación en las poblaciones africanas, y que el origen de nuestra especie se encontraba en Asia, pero muy pronto cambiaron su opinión defendiendo a África como cuna de la humanidad.

Uno de los estudios más importantes fue el publicado por R. Cann, M. Stoneking y A. Willson en 1987, que analizaron el ADNmt de 147 individuos procedentes de distintas poblaciones geográficas (ver Figura 6.2.9). Estos autores midieron las diferencias de una parte muy importante de la secuencia del ADN mitocondrial en cada uno de los individuos y elaboraron un árbol genealógico utilizando el principio de la **parsimonia** (que trata de encontrar el árbol que contiene el menor número de cambios o de pasos evolutivos).

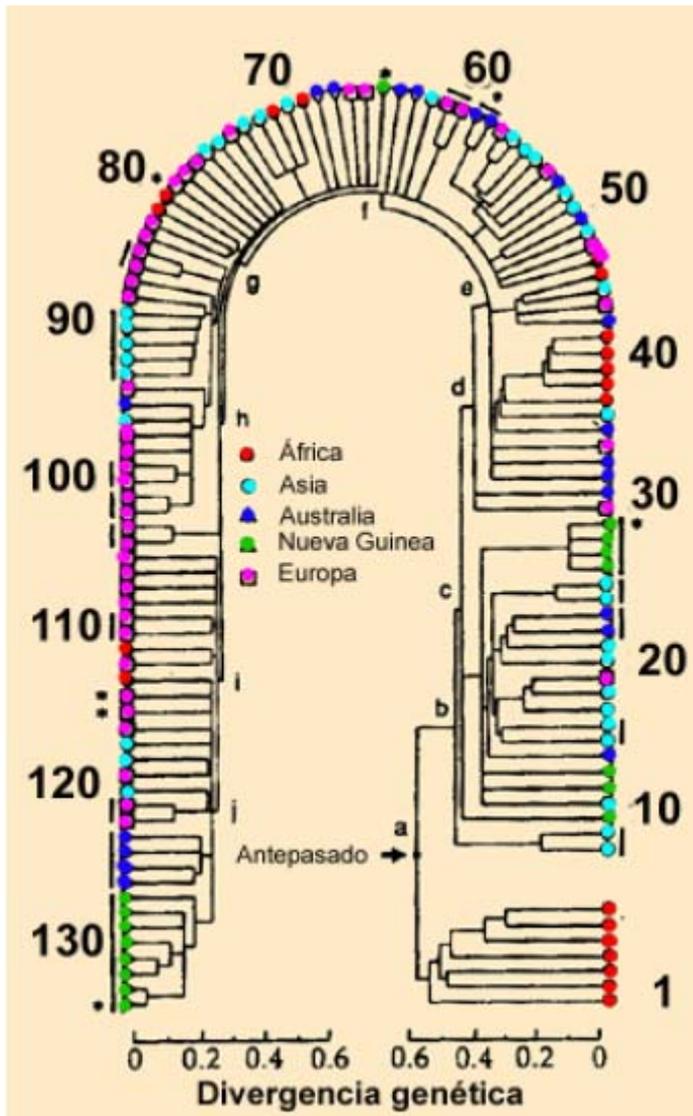


Figura 6.2.9

Árbol genealógico de R. Cann, M. Stoneking y A. Willson de 1987. El árbol muestra una separación entre las poblaciones africanas y las no africanas. Además, las primeras son las más largamente establecidas. Es decir, los humanos modernos se habrían originado en África y los distintos grados de divergencia indicarían el momento en que fueron colonizadas las distintas partes del Mundo.

Los resultados coincidían con los estudios anteriores y pueden resumirse en dos puntos:

- 1) Existen dos grandes grupos en los tipos de ANDmt que separan las poblaciones africanas del resto de poblaciones del mundo.
- 2) El grupo africano presenta una variabilidad del ADNmt relativamente mayor. Es decir, el grupo africano es el más antiguo de todos porque ha acumulado mayores diferencias, y este grado de variabilidad puede usarse para medir su antigüedad.

La tasa promedio de mutación del ADNmt fue calculada midiendo el grado de divergencia genética acumulada por las poblaciones de Papúa Nueva Guinea, colonizada hace unos 40.000 años. El valor de la divergencia entre dos líneas era del 2-4 % por cada millón de años, es decir de 2 a 4 posiciones de nucleótidos por cada 100 posiciones cambiarán respecto a dos **genomas**. Esta tasa de mutación ha sido confirmada por otros laboratorios con datos procedentes de humanos y de otras **especies** de mamíferos. Teniendo en cuenta la tasa de mutación del ADNmt, Cann y sus colaboradores concluían que todos los humanos tenemos una antepasada común que vivió en África hace unos 200.000 años, la denominada "Eva africana" o "**Eva mitocondrial**".

3.3.3 Los "relojes moleculares"

Estos análisis genéticos recibieron muchas críticas, principalmente por la forma en que estimaron el tiempo de divergencia. El establecimiento de estos "relojes moleculares" es el mayor problema de los estudios genéticos sobre el origen de la humanidad, ya que la única forma de establecerlos es utilizando el registro fósil. También es muy difícil cuantificar la influencia que pueden tener los "cuellos de botella" evolutivos (reducciones en el tamaño de la población antepasada). La escasa diversidad genética que muestran las poblaciones humanas de fuera de África son consecuencia de que derivan de una pequeña fracción de la población africana original, lo que se denomina el efecto fundador. Sin embargo, existen diferentes opiniones en cuanto al tamaño de esos colonizadores que influye en el cálculo del tiempo de divergencia de los linajes evolutivos. También se ha cuestionado el hecho de que una mayor diversidad genética de las poblaciones africanas implique una mayor antigüedad de la humanidad, sino que esto puede ser debido al mayor tamaño de la población ancestral.

Para contrastar los resultados del estudio del ADNmt se analizó una parte del ADN nuclear que se transmite sólo por vía paterna, y se localiza en el cromosoma Y. Se estudiaron los polimorfismos del cromosoma Y, los cuales pueden resumirse en unos pocos tipos (haplotipos). Los resultados coinciden con los del ADNmt: la humanidad moderna tuvo un antepasado varón que vivió en África hace entre 100.000 y 200.000 años.

También, Luca Cavalli-Sforza y sus colaboradores analizando otros segmentos de otros cromosomas del ADN nuclear llegaron a conclusiones similares situando el origen del hombre moderno hace unos 120.000 en África, y además trazaba la ruta que siguió la colonización del Viejo continente: en primer lugar se produjo la separación de los linajes africanos y asiáticos hace unos 50.000-60.000 años, y posteriormente se separaron los europeos hace 30.000-40.000 años.

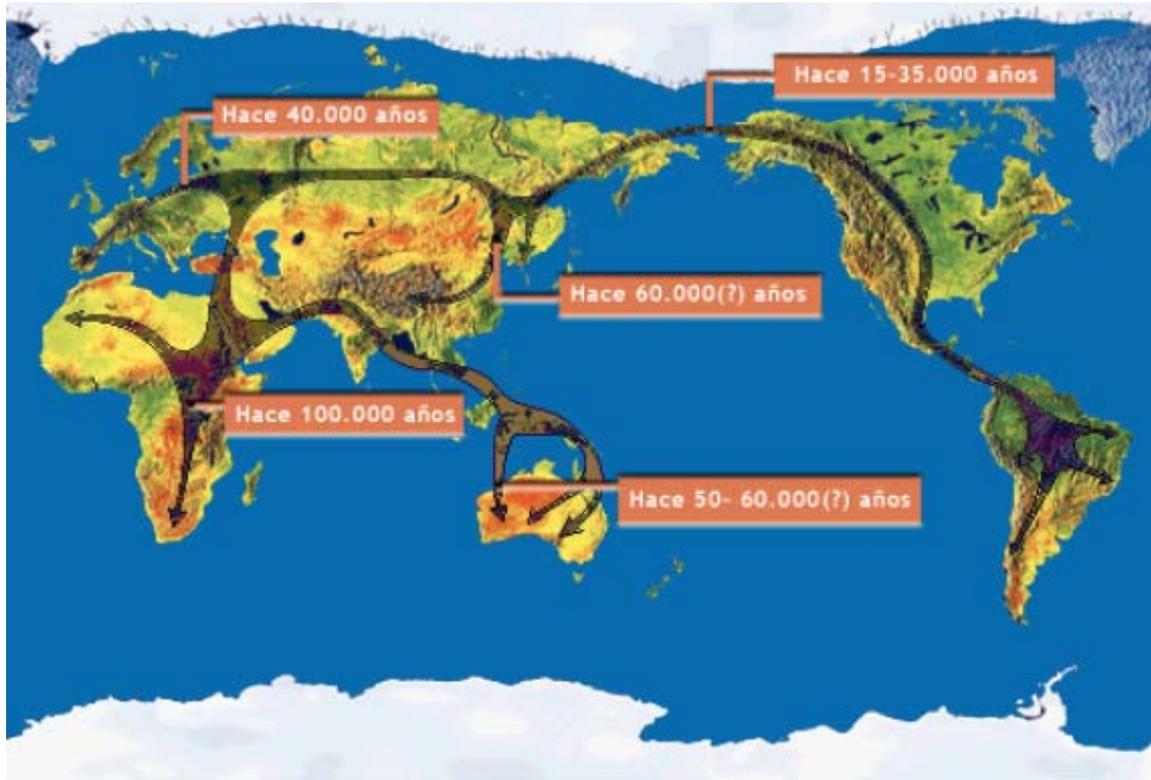


Figura 6.2.10 A partir de los genes y de los fósiles podemos reconstruir un mapa de la dispersión de *Homo sapiens* por el mundo.

3.3.4 Estado actual de los estudios genéticos

La discusión científica continúa en la actualidad, abarcando desde problemas de muestreo, metodológicos, estadísticos, etc. Además, en los últimos años han continuado apareciendo estudios de diferentes equipos que han utilizado diversos tipos de información genética (cromosoma Y, marcadores genéticos, polimorfismos, microsatélites, complejo principal de histocompatibilidad, etc.).

Resumiendo, la mayor parte de estudios genéticos confirman la hipótesis de "Out of Africa", establecida a partir de los fósiles, sobre el origen africano y reciente de nuestra especie. Es decir, el origen de los humanos modernos es muy reciente porque la variación del ADN es muy limitada. En segundo lugar, las poblaciones africanas exhiben mayor variabilidad debido a la mayor longitud de su línea evolutiva. En cambio, no se encuentra la amplia variación genética que predice la hipótesis evolutiva multirregional, que implicaría un origen antiguo de la humanidad y en la que ninguna población debería presentar un grado significativamente mayor de variación que otra.

3.3.5 Genes fósiles

Como hemos visto más arriba, la Genética aborda los problemas evolutivos a partir del estudio de la variabilidad genética de seres vivos. Sólo en casos excepcionales puede estudiarse directamente los genes de **especies** del pasado. La molécula de ADN se oxida con bastante rapidez tras la muerte del organismo y es muy difícil evitar su deterioro. El ADN fósil más antiguo que se había podido recuperar procedía de los mamuts conservados en el suelo helado de Siberia, con unos 50.000 años de antigüedad.

Pero recientemente, el equipo de Svante Pääbo ha conseguido aislar pequeños fragmentos de ADN de un neandertal. Con todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación con ADN actual, tomaron una muestra de varios gramos del interior del húmero en el esqueleto de Neander, con 60.000 años de antigüedad. La muestra fue analizada por dos laboratorios distintos para poder contrastar los resultados y comprobar la inexistencia de contaminación. El ADN mitocondrial que encontraron estaba muy fragmentado pero, uniendo la secuencia de numerosos fragmentos distintos que se solapaban, ha sido posible reconstruir dos segmentos de ADNmt: un segmento de 333 pares de **bases**, que corresponde con la región hipervariable I de la región de control del ADNmt; y un segundo fragmento de 340 pares de **bases** de la región hipervariable II de la región de control del ADNmt.

La comparación de estos dos fragmentos de secuencia de ADNmt con la secuencia de ADNmt de 9 chimpancés (7 *Pan troglodytes* y 2 *Pan paniscus*) y con 663 tipos de ADNmt de distintas poblaciones humanas actuales arrojó los siguientes resultados:

- 1) Los humanos actuales y los chimpancés difieren en promedio en 93 posiciones de las secuencias de **bases**.
- 2) Entre las poblaciones actuales la diferencia promedio es de 11 posiciones.
- 3) La secuencia fósil de neandertal tiene una diferencia media respecto de los humanos actuales en 35 posiciones.
- 4) Las menores diferencias se dan entre la secuencia neandertal y las poblaciones africanas actuales.

La primera conclusión de este equipo es que el ADNmt analizado no procedía de ninguna contaminación, sino que era realmente ADNmt de un neandertal. Además, las diferencias en la secuencia de ADNmt ha llevado a estos autores a concluir que: 1) la separación entre las líneas evolutivas de los neandertales y de los humanos modernos se produjo hace 465.000 (con límites de confianza al 95% de 317.000 y 741.000 años); y 2) que el origen de la diversidad humana actual se produjo en el continente africano hace alrededor de 163.000 años (límites de confianza de 111.000 y 260.000 años).

La primera de las fechas, que indica la separación de la línea de los neandertales, está situada en más de medio millón de años, y es compatible con los resultados del equipo investigador de la Sierra de Atapuerca. Éstos proponen que los fósiles humanos hallados en el nivel TD6 de la Gran Dolina, con 800.000 años de antigüedad, representan la especie antecesora de los neandertales y de los humanos modernos, que se denomina *Homo antecessor*. La segunda de las fechas, que sitúa el origen del hombre moderno en hace más de 100.000 años, confirma los estudios anteriores del ADNmt de los humanos actuales.

Otra cuestión que puede abordarse es la posibilidad de si los neandertales y los humanos modernos hubieran hibridado. A partir del ADNmt de neandertal no puede excluirse completamente, pero ambos grupos han evolucionado genéticamente de forma aislada durante un sustancial periodo de tiempo, y para estos autores los neandertales no han contribuido al acervo genético de ADNmt de la humanidad actual.

3.4 La evidencia genética vs. la evidencia fósil

En muchas ocasiones se presenta la evidencia genética como prueba definitiva frente a la incertidumbre del registro fósil y de sus interpretaciones subjetivas. Dos han sido los focos de discusión entre paleontólogos y genéticos: el primero para situar la divergencia entre el linaje que conduce a los humanos y el que conduce a los chimpancés; y en segundo lugar el origen geográfico y temporal de la humanidad actual. En el primer caso, se llegó a un consenso intermedio, pero en el segundo caso los estudios genéticos sólo han confirmado la hipótesis que había sido propuesta a partir de los fósiles. Los estudios genéticos han aportado muchas pruebas sobre el cómo y el dónde del origen de nuestra especie, pero sus conclusiones sobre el cuándo son más cuestionables.

Uno de los principales problemas de los estudios genéticos es la situación temporal de las divergencias. Para establecer los "relojes moleculares" se deben tomar previamente algunas presupuestas: las semejanzas genéticas entre individuos han de ser función de su parentesco, y directamente proporcionales al tiempo de divergencia desde un antepasado común; la tasa de mutación ha de ser constante; y los genes estudiados deben ser neutros y que no actúe sobre ellos la selección natural. Además, los genetistas deben utilizar el registro fósil para calibrar las divergencias que hallan. En definitiva, los datos paleontológicos y genéticos deben apoyarse y no son independientes.

Hoy en día, son muy pocos los científicos que sostienen la hipótesis multirregional del origen de los humanos modernos. Y éstos utilizan las críticas y revisiones que reciben los estudios moleculares para socavar los cimientos de la hipótesis "Out of Africa", establecida a partir de los fósiles.

Los análisis genéticos han reforzado la opinión de muchos paleontólogos de que los neandertales no son antepasados de la humanidad actual, sino que ambos grupos comparten un antepasado común lejano en el tiempo.

4. Actividades

El término de "Eva mitocondrial" ha sido utilizado de forma muy confusa y errónea por medios de comunicación, divulgación... Los tipos de ADN mitocondrial pueden ser rastreados hacia atrás hasta una única hembra, no porque ésta sea la única que viviera entonces o porque el tamaño de la población fuese pequeño, sino que se debe a la dinámica de pérdida de los tipos de ADNmt.

Podemos elaborar una analogía utilizando los apellidos:

Imaginando un población inicial de 10.000 parejas en una población estable y donde cada pareja produce sólo dos descendientes. En cada generación, una cuarta parte de las madres tendrá dos hijos varones, otra cuarta parte dos hembras, y la mitad un hijo varón y una hija hembra. En consecuencia, en los países donde sólo se hereda el apellido paterno, en la primera generación se habrá perdido una cuarta parte de los apellidos y en cada generación se seguirán produciendo pérdidas de apellidos. En países como España donde se heredan los dos apellidos, pero el apellido paterno en primer lugar, la pérdida del apellido se produce en la segunda generación, pero la dinámica es equivalente.

¿Cuántas generaciones habrán de pasar para que sólo permanezca un apellido?

Esta misma pauta de desaparición de los apellidos sirve para explicar la pérdida de tipos de ADN mitocondrial, aunque en este caso por vía femenina.

5. Autoevaluación

1) A partir del estudio del ADNmt de un neandertal ¿Qué fecha ha sido propuesta para la separación de los linajes que conducen a los neandertales y a los humanos moderno?

- a) 150.000-200.000 años
- b) 40.000-50.000 años
- c) alrededor de 500.000 años

2) ¿Qué antigüedad tienen los fósiles humanos de Skhul y Qafzeh?

- a) 40.000 años
- b) 100.000 años
- c) 200.000 años

3) ¿Cuál de estos modelos se acepta para los humanos de Tabun y Skhul?

- a) son formas intermedias entre los neandertales y los hombres modernos
- b) son híbridos entre ambas poblaciones
- c) En el primero se encuentran fósiles de neandertales y en el segundo hombres modernos
- d) son una población que evolucionó localmente

4) Según la hipótesis multirregional del origen de la humanidad actual ¿Qué características habrían surgido en primer lugar?

- a) Las características propias de cada raza humana
- b) Las características propias de nuestra especie
- c) Ambas simultáneamente

5) Ordena cronológicamente las zonas del mundo que fueron pobladas por la humanidad moderna:

1. Europa
2. Australia
3. Próximo Oriente
4. Japón
5. América
6. África

6) ¿Qué tipo de industria lítica se encuentra asociada a los primeros pobladores de Australia?

- a) Modo Técnico 3
- b) Modo Técnico 4
- c) Musteriense
- d) Paleolítico superior

7) ¿Cuál es el fósil de neandertal más antiguo del Próximo Oriente?

- a) Tabun
- b) Skhul
- c) Amud
- d) Shanidar
- e) Kebara

8) Marca las características propias del cráneo de los humanos modernos:

- a) Espacio retromolar en la mandíbula
- b) Frente vertical
- c) Cráneo bajo
- d) Occipital angulado
- e) Presencia de Mentón
- f) Poco prognatismo

9) Marca cuáles de estos yacimientos del Próximo Oriente ha proporcionado fósiles de *Homo sapiens*:

- a) Tabun
- b) Kebara
- c) Skhul
- d) Shanidar
- e) Qafzeh
- f) Ubeidiya

10) Marca cuáles de estos yacimientos del Próximo Oriente ha proporcionado fósiles de *Homo neanderthalensis*:

- a) Amud
- b) Zuttiyeh
- c) Qafzeh
- d) Tabun
- e) Kebara
- f) Skhul

11) ¿Qué tipo de información genética se ha podido extraer de un fósil de Neandertal?

- a) ADN nuclear
- b) ADN mitocondrial
- c) Segmentos del Cromosoma Y

12) ¿Porqué el ADN mitocondrial (ADNmt) sólo se transmite por línea materna?

- a) Porque los espermatozoides no tienen ADNmt
- b) Porque el ADNmt paterno se pierde en el proceso de fecundación
- c) Porque únicamente las hembras poseen ADNmt
- d) Por ninguna de las causas anteriores

13) ¿Qué poblaciones actuales tiene una mayor variabilidad genética?

- a) Europeas
- b) Africanas
- c) Entre las poblaciones del Viejo Mundo
- d) No existen diferencias importantes de variabilidad
- e) Asiáticas

14) ¿Qué antigüedad tiene el ADN mitocondrial de un Neandertal secuenciado por Pääbo y su equipo?

- a) 30.000 años
- b) 120.000 años
- c) 60.000 años
- d) No se conoce su cronología

15) ¿Qué fósiles humanos deben ser incluidos en la especie *Homo heidelbergensis*?

- a) Los fósiles del Pleistoceno medio europeo
- b) Los fósiles del Pleistoceno medio africano
- c) Los grupos dos anteriores

6. Soluciones

1) A partir del estudio del ADNmt de un neandertal ¿Qué fecha ha sido propuesta para la separación de los linajes que conducen a los neandertales y a los humanos moderno?

c) alrededor de 500.000 años

2) ¿Qué antigüedad tienen los fósiles humanos de Skhul y Qafzeh?

b) 100.000 años

3) ¿Cuál de estos modelos se acepta para los humanos de Tabun y Skhul?

c) En el primero se encuentran fósiles de neandertales y en el segundo hombres modernos

4) Según la hipótesis multirregional del origen de la humanidad actual ¿Qué características habrían surgido en primer lugar?

a) Las características propias de cada raza humana

5) Ordena cronológicamente las zonas del mundo que fueron pobladas por la humanidad moderna:

1. Europa
2. Australia
3. Próximo Oriente
4. Japón
5. América
6. África

Solución: 6, 3, 2, 1, 4, 5

6) ¿Qué tipo de industria lítica se encuentra asociada a los primeros pobladores de Australia?

a) Modo Técnico 3

7) ¿Cuál es el fósil de neandertal más antiguo del Próximo Oriente?

a) Tabun

8) Marca las características propias del cráneo de los humanos modernos:

- b) Frente vertical
- e) Presencia de Mentón
- f) Poco prognatismo

9) Marca cuáles de estos yacimientos del Próximo Oriente ha proporcionado fósiles de *Homo sapiens*:

- b) Kebara
- c) Skhul
- e) Qafzeh

10) Marca cuáles de estos yacimientos del Próximo Oriente ha proporcionado fósiles de *Homo neanderthalensis*:

- a) Amud
- d) Tabun
- e) Kebara

11) ¿Qué tipo de información genética se ha podido extraer de un fósil de Neandertal?

- b) ADN mitocondrial

12) ¿Porqué el ADN mitocondrial (ADNmt) sólo se transmite por línea materna?

- b) Porque el ADNmt paterno se pierde en el proceso de fecundación

13) ¿Qué poblaciones actuales tiene una mayor variabilidad genética?

- b) Africanas

14) ¿Qué antigüedad tiene el ADN mitocondrial de un Neandertal secuenciado por Pääbo y su equipo?

- c) 60.000 años

15) ¿Qué fósiles humanos deben ser incluidos en la especie *Homo Heidelbergensis*?

- a) Los fósiles del Pleistoceno medio europeo

Unidad 3, Cromañones y neandertales



Homo sapiens de Qafzeh, Israel

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

- 3.1 Cromañones y neandertales**
- 3.2 El Próximo Oriente**
 - 3.2.1 Los hombres modernos del Próximo Oriente**
 - 3.2.2 Los neandertales del Próximo Oriente y Asia**
- 3.3 Los humanos modernos en Europa**
- 3.4 Los últimos neandertales**
 - 3.4.1 Francia y el Chatelperroniense**
 - 3.4.2 La Península Ibérica**
 - 3.4.3 La Frontera del Ebro**
 - 3.4.4 ¿Hubo hibridación en la Península?**
 - 3.4.5 La Península balcánica**
- 3.5 La extinción de los neandertales**
 - 3.5.1 Relaciones culturales entre los neandertales y los cromañones**
 - 3.5.2 Diferencias biológicas entre neandertales y humanos modernos**
 - 3.5.3 El final de los neandertales**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones de Autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

Esta Unidad didáctica tiene unos contenidos muy relacionados con las dos Unidades didácticas anteriores ("Los neandertales" y "El Origen de los humanos modernos") y algunos de los aspectos aquí mencionados brevemente son tratados en mayor profundidad en estas Unidades Didácticas. Para cuestiones sobre industria lítica es aconsejable la consulta de la unidad "Evolución tecnológica y representaciones simbólicas"

1.2 Objetivos didácticos

El tema central de esta unidad didáctica es el análisis del periodo de convivencia entre los neandertales y los hombres modernos. Este periodo, que tiene su marco de desarrollo en el Próximo Oriente y en Europa, finalizará con la extinción de los neandertales frente al éxito evolutivo de los hombres de Cromañón, es decir de nuestra [especie](#).

Los objetivos didácticos de esta Unidad son:

- Relaciones evolutivas y filogenéticas entre ambos grupos humanos.
- Conocer cuales son los últimos fósiles de neandertales.
- Conocer los primeros fósiles de humanos modernos.
- Proceso y causas de la extinción de los neandertales.
- Papel de refugio que jugaron las penínsulas mediterráneas.
- Conocer los primeros fósiles de *Homo sapiens* en Europa.
- Cronología de los fósiles humanos en el periodo.
- Diferencias biológicas entre ambas especies.
- Diferencias culturales entre las dos especies.
- Patrones para explicar el tipo de coexistencia entre ambos grupos.
- Yacimientos con industrias de [Paleolítico medio](#) y [Paleolítico superior](#) en el periodo de convivencia.

1.3 Lecturas recomendadas

Akazawa, T., Aoki, K. & Bar-Yosef, O. (Ed.) (1998). *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. New York: Plenum Press.

Arsuaga, J.L. (1999). *El Collar del Neandertal*. Tanto por saber. Madrid: Temas de hoy.

Cabrera, V. & Bischoff, J. (1989). Accelerator 14C dates for early Upper Paleolithic (Basal Aurignacian) at El Castillo Cave (Spain). *Journal of Archaeological Science* 16, 577-584.

Carbonell, E. & Vaquero, M. (Ed.) (1996). *The last Neandertals, the first anatomically modern humans: a tale about the human diversity. Cultural change and human evolution: the crisis at 40 KAPB*. Barcelona: Universidad Rovira i Virgili.

Bertranpetit, J. (Ed.) (1993). *Orígenes del Hombre Moderno*. Madrid: Prensa Científica.

D'Errico, F., Zildao, J., Julien, M., Baffier, D. & Pelegrin, J. (1998). Neanderthal acculturation in Western Europe? A critical review of the evidence and its interpretation. *Current Anthropology* 39(Suppl.), 1-44.

Duarte, D., Maurício, J., Pettitt, P.B., Souto, P., Trinkaus, E., Plicht, H.v.d. & Zilhao, J. (1999). The early Upper Paleolithic human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho (Portugal) and modern human emergence in Iberia. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96, 7604-7609.

Hoffecker, J.F. (1999). Neanderthals and modern humans in eastern Europe. *Evolutionary Anthropology* 7(4), 129-141.

Hublin, J.-J., Barroso, C., Medina Lara, P., Fontugne, M. & Reyss, J.-L. (1995). The Mousterian site of Zafarraya (Andalucía, Spain): dating and implications on the Palaeolithic peopling processes of Western Europe. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série II* 321, 931-937.

Hublin, J.-J., Spoor, F., Braun, M., Zonneveld, F. & Condemi, S. (1996). A late Neanderthal associated with Upper Palaeolithic artefacts. *Nature* 381, 224-226.

Mellars, P. (1998). The fate of the Neanderthals. *Nature* 395, 539-540.

Smith, F.H., Trinkaus, E., Pettitt, P.B., Karavanic, I. & Paunovic, M. (1999). Direct radiocarbon dates for Vindija G1 and Velika Pecina Late Pleistocene hominid remains. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96, 12281-12286.

Tattersall, I. & Schwartz, J.H. (1999). Hominids and hybrids: the place of Neanderthals in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96, 7117-7119.

2. Resumen del tema

El estudio de las relaciones biológicas entre los neandertales y los humanos modernos tiene tres fuentes de información principales:

- 1) el análisis de la morfología de los fósiles humanos (**Paleontología**);
- 2) los estudios de la variación genética que presentan las poblaciones actuales y el ADN fósil (Genética);
- 3) los estudios geocronológicos que permiten obtener dataciones absolutas para los fósiles y los yacimientos (Geocronología).

Las primeras industrias líticas del **Paleolítico superior**, atribuidas a los humanos modernos, aparecen en Europa hace unos 40.000 años. Pero tras esta fecha, durante un periodo de unos 10.000 años siguen perviviendo poblaciones de neandertales en Europa.

En las penínsulas Ibérica, Itálica y Balcánica los yacimientos con industrias del **Paleolítico medio (Musteriense)** perviven hasta hace unos 30.000 años o quizás algo menos.

En el sur de la Península Ibérica, los neandertales sobrevivieron durante al menos 10.000 años tras la llegada de *Homo sapiens* a regiones del norte de la Península. La mandíbula de un neandertal de la cueva de Zafarraya (Málaga) ha sido datada en cerca de 30.000 años. Otros yacimientos del sur de la Península Ibérica y de Portugal con industria Musteriense, presuntamente elaborada por los neandertales, tienen la misma cronología. En cambio, algunos yacimientos del norte de la Península Ibérica, como El Castillo (Cantabria), La Arbreda (Girona) y el Abric Romaní (Barcelona), tienen niveles auriñacienses datados entre 38.000 y 40.000 años, cuya autoría se atribuye a los *Homo sapiens*. En el sur de la Península no hay industria Auriñaciense más antigua de 30.000 años, y en la **estratigrafía** de algunos de estos yacimientos después de los niveles musterienses se encuentran los niveles de industria Solutrense (la industria de **Paleolítico superior** posterior a la Auriñaciense), o de Auriñaciense evolucionado.

Durante el periodo de convivencia de las dos poblaciones en Europa se pueden observar distintos patrones culturales. En el sur de la Península Ibérica los neandertales continuaron elaborando industria lítica **Musteriense**. En Francia aparece el Chatelperroniense que parece mostrar una aculturación de los neandertales; es decir, éstos aprendieron ciertas técnicas de talla e incorporaron a sus conjuntos **líticos** algunos instrumentos típicos del **Paleolítico superior**. Además, en los niveles chatelperronienses, atribuidos a los neandertales, aparecen collares de cuentas y otros ornamentos, como los que se encuentran en Arcy-sur-Cure.

La información que nos aportan los fósiles y la biología molecular apunta a una nula, o muy escasa, contribución de los neandertales al acervo genético de la humanidad actual, y no existen fósiles con evidencias claras de hibridación entre ambas poblaciones.

3. Desarrollo del tema

3.1. Cromañones y neandertales

Las relaciones biológicas y culturales entre los neandertales y los humanos modernos es uno de los temas más debatidos en [Paleoantropología](#). Las preguntas fundamentales son las relaciones filogenéticas entre ambas, las características biológicas y culturales de estos dos tipos "humanidad", y las causas que motivaron la extinción de los neandertales. Si hasta mediados de siglo las discusiones se restringían a la valoración de la morfología de los fósiles, en las últimas décadas la biología molecular y los aportes de la geocronología, proporcionando las dataciones precisas de los fósiles, se han convertido en fuentes de información fundamentales para entender las relaciones de estos dos grupos humanos.

Los estudios genéticos han ejercido una fuerte influencia en las interpretaciones actuales de la historia evolutiva de los neandertales. La estructura de los minúsculos fragmentos de ADN mitocondrial procedentes de un neandertal, los patrones de variación del ADN mitocondrial, y otros sistemas genéticos de poblaciones actuales nos muestran que los neandertales tenían grandes diferencias genéticas, que son la consecuencia de una evolución independiente durante al menos medio millón de años. Los neandertales no han contribuido genéticamente a la humanidad actual (veáse Módulo 6, Unidad 2).

A partir de los años 80, la aparición de nuevos métodos de datación y su mayor precisión han permitido componer el cuadro temporal de los fósiles de neandertales y humanos modernos. El esquema que establecía que los neandertales precedían temporalmente a los humanos modernos y, por lo tanto, que podían ser sus antepasados directos no puede sostenerse en la actualidad. Ha sido posible demostrar las diferencias temporales en la aparición de los humanos modernos en el Viejo Mundo y establecer el periodo de solapamiento entre las distintas poblaciones humanas. En 1988, los humanos modernos del Próximo Oriente del yacimiento de Qafzeh fueron datados en 90.000-100.000 años BP, utilizando el método de termoluminiscencia en sílex quemados. Utilizando el mismo método, el esqueleto neandertal de Kebara fue datado en 60.000 años de antigüedad. Posteriores dataciones de resonancia de spin electrónico y el análisis de la fauna asociada a los esqueletos confirmaron estas antigüedades. Estas fechas demostraron que los neandertales habían vivido en el Próximo Oriente en una época más reciente a los humanos modernos, y que existía un solapamiento temporal entre estos dos grupos humanos.

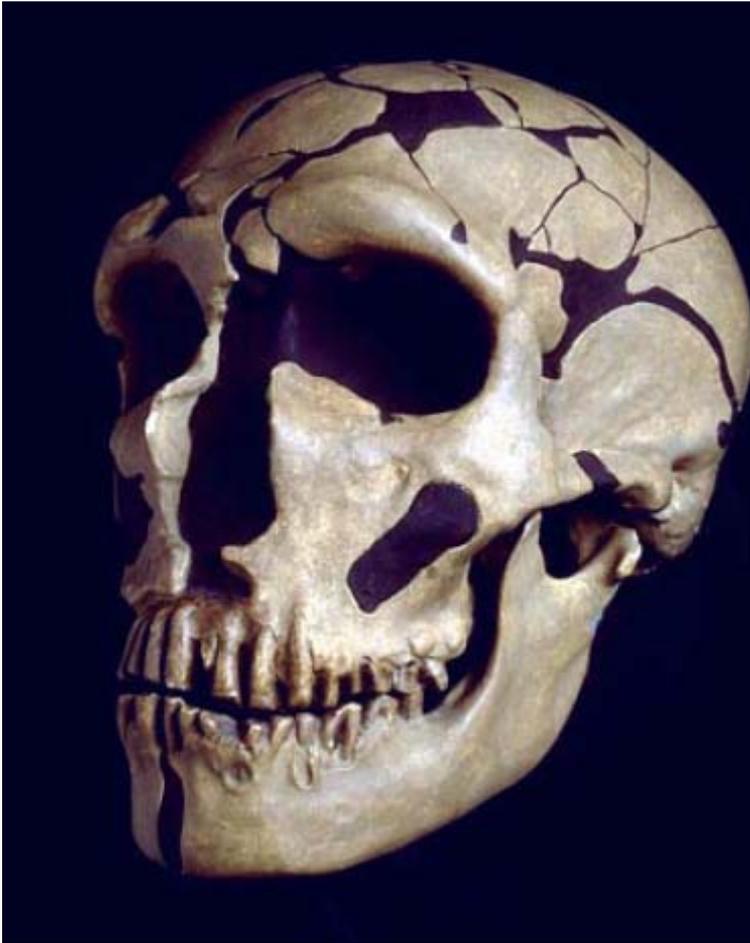


Figura 6.3.1

Cráneo del neandertal de La Ferrassie (Francia).

En Europa, las dataciones efectuadas sobre materiales asociados a los últimos fósiles neandertales han dado antigüedades de unos 34.000 años en Saint-Césaire, y de 33.000 años en el sur de la Península Ibérica. También se han obtenido dataciones para niveles que contienen industria lítica de tipo **Musteriense** en Zafarraya (Málaga), Cova Negra (Valencia), Cova Beneito (Alicante) y Carihuela (Granada) en España, Figueira Brava, Caldeirão y Foz de Enxarrique en Portugal, y Gorhams Cave en Gibraltar, que sugieren que los neandertales pueden haber sobrevivido hasta hace unos 30.000 años en esta región. En Croacia, los fósiles neandertales de Vindija tienen un antigüedad de 28.000-29.000 años.

3.2 El Próximo Oriente

3.2.1 Los hombres modernos del Próximo Oriente

En el Próximo Oriente se encuentran fósiles de *Homo sapiens*, principalmente, en dos yacimientos: Qafzeh y Skhul. La cueva de Qafzeh se encuentra al sudeste de Nazareth (Israel), en ella se han localizado 26 niveles arqueológicos y más de 13 esqueletos de diferentes edades. Su morfología es diferente a los neandertales y pertenecen a nuestra especie: la frente es muy convexa, el occipital es más redondeado, el torus supraorbitario está ausente o menos desarrollado, las mandíbulas presentan mentón. Estos restos tienen alrededor de 100.000-90.000 años de antigüedad.

El yacimiento de Skhul se encuentra en el Monte Carmelo (Israel). Los fósiles humanos de este yacimiento también se atribuyen a nuestra especie, *Homo sapiens*, pero presentan algunas características primitivas debido a su robustez. Aunque la datación de estos restos es más problemática, parecen tener la misma antigüedad que Qafzeh (en torno a los 100.000 años). La industria lítica que aparece asociada a los restos humanos en ambos yacimientos es de tipo Musteriense, es decir la misma que aparece en los yacimientos con restos de neandertales. Por lo tanto, podemos observar que no había grandes diferencias culturales entre ambos grupos hasta hace 45.000 años.

3.2.2 Los neandertales del Próximo Oriente y Asia

En el Próximo Oriente y Asia encontramos varios yacimientos que han proporcionado importantes fósiles de neandertales: Amud, Kebara y Tabun, en Israel, Dederiyeh en Siria, y Shanidar en Irak. Aunque existen algunas dudas sobre su procedencia estratigráfica, el esqueleto neandertal femenino de Tabun tiene dataciones entorno a 110.000 años de antigüedad. El resto de yacimientos de neandertales del Próximo Oriente se encuentra entre los 60.000 y los 40.000 años de antigüedad. Es decir, durante este periodo los neandertales se expansionaron más allá de Europa, llegaron incluso hasta más allá del mar Caspio, y ocuparon el Próximo Oriente. En este primer contacto entre neandertales y humanos modernos la "batalla" fue ganada por los primeros, fue un momento en que las diferencias culturales entre ambos grupos eran muy pequeñas: mismo tipo de industria lítica Musteriense, control del fuego, enterramientos, etc.

3.3 Los humanos modernos en Europa

No existen fósiles completos de humanos modernos en Europa más antiguos de los 32.000 años. En los niveles auriñacienses más antiguos de Europa (desde hace 40.000 a 30.000 años sólo se han encontrado restos humanos muy escasos y fragmentados de difícil asignación taxonómica. El resto más antiguo de *Homo sapiens* es el frontal de Hahnöfersand (Alemania) pero hallado sin contexto arqueológico, pero posiblemente de más de 32.000 años de antigüedad. Ligeramente posteriores son los fósiles auriñacienses de Mladec (República Checa), con unos 32.000 años; una edad ligeramente superior a la de los fósiles humanos de Cro-Magnon (Francia) y Vogelherd (Alemania). Estos humanos se han hallado en un contexto arqueológico auriñaciense. En España en los niveles auriñacienses de la cueva de El Castillo aparecieron unos parietales, que en un estudio preliminar se atribuyeron a nuestra especie, pero que desgraciadamente se han perdido. En cualquier caso, la industria Auriñaciense se atribuyen a los humanos modernos y este tipo de industria lítica hace su aparición en Europa hace 40.000 años. A partir de la situación geográfica y cronología de los yacimientos auriñacienses de Europa, vemos que la expansión de los humanos modernos en Europa fue muy rápida. Los yacimientos del Este de Europa, como Bacho Kiro con 43.000 años de antigüedad, son casi contemporáneos de los de Europa occidental, como El Castillo y la Arbreda con 40.000-39.000 años de antigüedad.



Figura 6.3 2 Cráneo de Cro-Magnon (Francia), perteneciente a la especie *Homo sapiens*.

Los humanos modernos, aunque presentaban una estructura corporal adaptada a ambientes tropicales, se adaptaron muy bien al clima frío y seco que imperaba en Europa hace 40.000 años, en pleno periodo glacial würmense. Mientras los neandertales sobrevivieron en algunas zonas del centro y sur de Europa.

3.4 Los últimos neandertales

Al menos durante 10.000 años, las poblaciones de neandertales y los hombres de Cromañón vivieron simultáneamente en Europa. Los fósiles de neandertales son muy escasos después de los 40.000 años, desapareciendo hace 30.000 años. Mientras que los cromañones o *Homo sapiens* siguieron proliferando y, con el tiempo, ocuparon todo el planeta. No hay ningún signo de conflicto físico entre las poblaciones. Entonces, ¿qué les sucedió a los neandertales? Existen dos corrientes de opinión al respecto. La primera sostiene que los neandertales no eran una especie separada y que se produjo un mestizaje con los recién llegados *Homo sapiens*, cuyos genes acabaron por ser los dominantes a expensas de los genes que determinaban las características físicas propias de los neandertales. La segunda afirma que los neandertales eran una especie distinta pero que su tasa de natalidad era más baja que la de *Homo sapiens*, perdieron la batalla por la obtención de recursos y fueron sustituidos por los cromañones, más avanzados culturalmente

Los últimos fósiles de neandertales han sido hallados en yacimientos franceses (Saint-Cesaire y Arcy-sur-Cure), en Croacia (Vindija) y en yacimientos del sur de la Península Ibérica (Zafarraya y Gibraltar).

3.4.1 Francia y el Chatelperroniense

En Francia existen dos yacimientos clave con fósiles humanos y con industria lítica para documentar el final de los neandertales: Saint Césaire (Aquitania) y Arcy-sur-Cure (norte de Burgundia).



Figura 6.3.3. Cráneo del neandertal de Saint-Césaire (Aquitania, Francia) fechado en 35.000 años.

En estos dos yacimientos los fósiles humanos aparecen asociados a un tipo de industria lítica denominada Chatelperroniense. El Chatelperroniense tiene características transicionales entre el [Musteriense](#) y el Auriñaciense pero se ha clasificado como perteneciente al [Paleolítico superior](#) o Modo 4. Aunque se han encontrado yacimientos con niveles chatelperronienses en Francia y en la cordillera cantábrica, únicamente en los dos yacimientos mencionados se han encontrado junto a fósiles humanos, y por lo tanto es de extrema importancia saber a que especie pertenecen estos fósiles.

En la cueva de Saint Césaire apareció un esqueleto parcial procedente de un enterramiento y que, sin ninguna duda, pertenece a un neandertal. El homínido de Saint-Césaire no tiene ninguna característica que pudiese indicar hibridación con los humanos modernos y su morfología es completamente neandertal. Los fósiles de Arcy-sur-Cure son mucho más fragmentarios: dientes aislados y pequeños fragmentos de cráneo.

Pero en uno de estos fragmentos de cráneo del hueso temporal se conservaba la estructura del oído interno. Jean-Jacques Hublin y Fred Spoor analizaron mediante Tomografía Axial Computerizada (TAC) este oído hallando una morfología similar a la que presentan los neandertales y, por lo tanto, concluyeron que también en Arcy-sur-Cure los autores del chatelperroniense eran los neandertales.

Merece destacarse que el chatelperroniense posee algunas características típicas de los conjuntos tecnológicos de los primeros humanos modernos. Se caracteriza por la puntas de Chatelperron y la pervivencia de útiles típicos del [musteriense](#) (raederas, puntas, talla de tipo [levallois](#)). Aparecen algunos instrumentos simples elaborados con hueso, fragmentos de ocre, algunos dientes y otros objetos perforados, que muy posiblemente se utilizaban como adorno personal. Una pregunta que queda por resolver es si este tipo de innovaciones fueron "copiadas" por los neandertales de los humanos modernos, que habitaban contemporáneamente en áreas cercanas, o fue desarrollado de forma independiente por los Neandertales, casi a la vez que las poblaciones de humanos modernos se dispersaban por toda Europa.

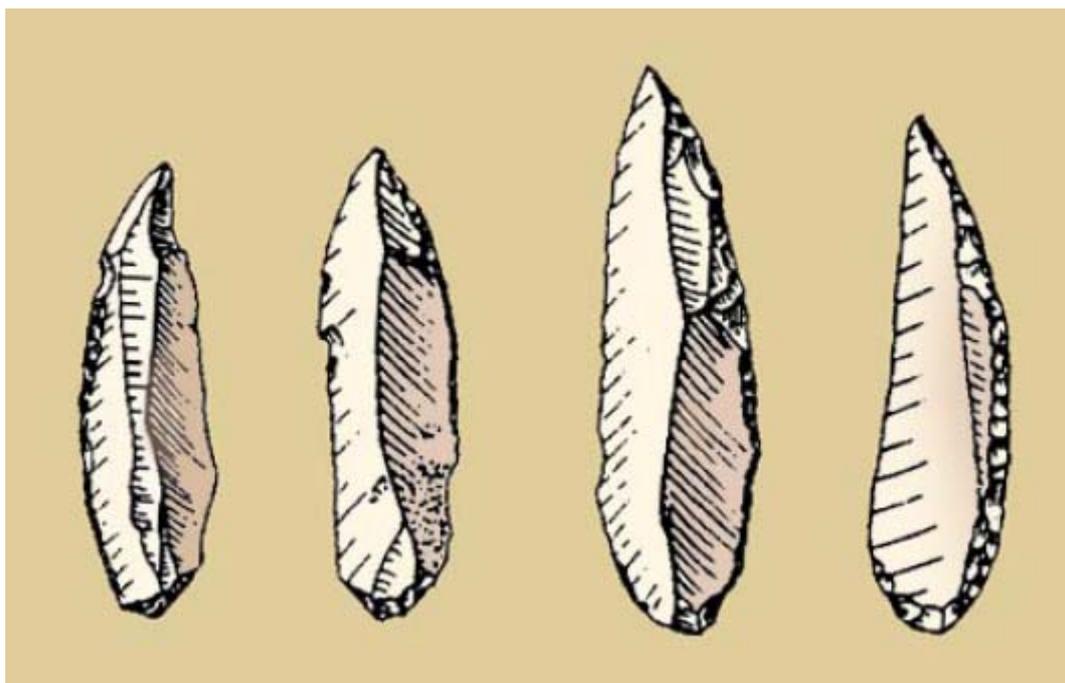


Figura 6.3.4 "Puntas de Chatelperron", características de la industria de tipo Chatelperroniense.

En otras partes de Europa se han identificado otras industrias líticas que se consideran transicionales o intermedias entre el [Paleolítico medio](#) y el superior, que en algunos casos son también contemporáneas del Auriñaciense: es el llamado Uluzziense en Italia, el Szeletense en Hungría, Moravia y Eslovaquia y el Bohuniciense en la República Checa

3.4.2 La Península Ibérica

En el sur de la Península Ibérica los neandertales sobrevivieron durante 10.000 años tras la llegada de los *Homo sapiens* al norte de la Península. Los fósiles humanos que se han hallado son muy escasos, pero se dispone de varias secuencias estratigráficas donde se puede documentar la sustitución de la industria lítica del Paleolítico medio por otra del **Paleolítico Superior**.

En la cueva de Zafarraya, el equipo de Cecilio Barroso y Jean-Jacques Hublin descubrió un fragmento de **diáfisis** de fémur y una mandíbula completa. La morfología de la mandíbula es completamente neandertal, y procede de unos niveles datados por dos métodos distintos, series de Uranio y Carbono-14, en alrededor de 30.000-28.000 años. Además, se conocen varios yacimientos **musterienses** que aunque no han proporcionado fósiles humanos, tienen en torno a los 30.000 años de antigüedad: Carigüela, Cova Negra, Gibraltar. En cambio, en el sur de la Península Ibérica no hay yacimientos con niveles auriñacienses de más de 30.000 años. Son todos más recientes y tienen unas características más evolucionadas respecto del Auriñaciense más antiguo que se encuentra en el resto de la Península y de Europa.



Figura 6.3.5 Mandíbula de un neandertal hallada en el Boquete de Zafarraya (Málaga) con una antigüedad de unos 28.000-30.000 años.

En el norte de la Península la situación es muy distinta y el Auriñaciense es más antiguo. En el yacimiento de El Castillo en Cantabria, los niveles del **Paleolítico superior** más antiguos, que corresponden al Auriñaciense, han sido datados en unos 39.000 años. En estos niveles de El Castillo se hallaron varios fragmentos craneales que fueron atribuidos a humanos modernos, pero ya hemos mencionado su desaparición. También en Cataluña, dos yacimientos contienen muy buenas secuencias estratigráficas donde datar la transición del **Paleolítico medio** al superior: La Arbreda (Girona) y el Abric Romaní (Barcelona). En ambos yacimientos los niveles auriñacienses tienen una antigüedad en torno a los 38.000-40.000 años. Estas dataciones los sitúan entre los yacimientos de Paleolítico superior más antiguos de toda Europa. Por lo tanto la colonización de los humanos modernos, llegados de África a través del Próximo Oriente, fue muy rápida, en torno a los 40.000 años. Pero los neandertales no se extinguieron inmediatamente, sino que hubo un largo periodo de coexistencia entre las poblaciones de cromañones y neandertales. En Cataluña, el yacimiento **musteriense** de la Cova dels Ermitons (Girona) ha sido datado en 34.000 años; según J. Maroto este yacimiento prueba la pervivencia de algunos neandertales en zonas marginales y mal comunicadas, como el prepirineo catalán, después de la llegada de los primeros humanos modernos.

3.4.3 La Frontera del Ebro

El arqueólogo portugués J. Zilhao ha propuesto un modelo ecológico para explicar el largo periodo de convivencia entre neandertales y humanos modernos en la Península Ibérica. Establece unas diferencias ecológicas entre el sur y el norte de la Península, cuyo límite coincide con el valle del Ebro, que también actuaría como barrera ecológica para la distribución de otras **especies** de animales. Este límite coincide a grandes rasgos con la separación de dos grandes regiones biogeográficas: la Iberia eurosiberiana y la Iberia mediterránea. Según esta hipótesis los cromañones procederían de un ecosistema eurosiberiano del norte, al que se habrían adaptado eficazmente cuando llegaron a Europa hace 40.000 años. Los neandertales peninsulares estaban mejor adaptados a los ecosistemas mediterráneos. Pero hace unos 30.000-28.000 años el periodo glacial wurmiense entra en su fase de frío más intenso, esta ola de frío se extiende por toda Europa y llega hasta la península, alterando los ecosistemas mediterráneos y provocando la desaparición de los últimos neandertales.

A pesar del largo periodo de coexistencia, no hay ninguna evidencia arqueológica de que las últimas poblaciones neandertales del sur de la Península se hubiesen aculturado, o de que hubieran adquirido alguna de las innovaciones tecnológicas que poseían sus vecinos del norte, con un tipo de industria lítica del **Paleolítico superior**. De hecho, el **Musteriense** pervive, tanto en el sur y oeste, hasta hace unos 30.000 años; pero una vez que desaparece, la primera industria lítica del Paleolítico superior que encontramos en los yacimientos meridionales de la península es el Auriñaciense evolucionado o el Solutrense, la industria de Paleolítico superior posterior a la Auriñaciense (véase Módulo 6, Unidad didáctica 4).

3.4.4 ¿Hubo hibridación en la Península?

Desde el momento en que los paleontólogos establecieron que los neandertales eran una población humana distinta de la nuestra, se planteó la posibilidad de hibridación entre neandertales y humanos modernos. Esta posible hibridación también se ha utilizado como argumento a la hora de atribuir a los neandertales el estatus de **especie** distinta o de subespecie de *Homo sapiens*.

Algunos paleoantropólogos como Fred Smith, Erik Trinkaus, Bernard Vandermeersch observan en algunos fósiles humanos del **Paleolítico superior** algunas características propias de los neandertales, y en algunos neandertales características evolucionadas en dirección a los humanos modernos. Según estos autores, prueban que la hibridación entre neandertales y *Homo sapiens* se produjo.

En la Península Ibérica, un equipo portugués y americano, entre los que figuran Erik Trinkaus y Joao Zilhao, ha publicado recientemente el hallazgo de un esqueleto de un niño de 4 años de edad en Lagar do Velho (Portugal), con una antigüedad de 24.500 años, teñido de ocre, y asociado a conchas perforadas y industria del Paleolítico superior. Según estos autores, a pesar de que la mandíbula presenta un mentón (carácter exclusivo de *Homo sapiens*), tiene algunas características craneales propias de los neandertales, y una proporción entre los segmentos de sus extremidades similares a la de los neandertales. El esqueleto de Lagar do Velho tiene unos los segmentos **distales** de las extremidades (tibia y radio-ulna) son relativamente cortos (fémur y húmero, respectivamente) (Veáse Módulo 6 Unidad 1). Este mosaico de características sería la consecuencia de la hibridación entre neandertales y humanos modernos. Sin embargo, estas conclusiones deben ser interpretadas cautelosamente por la temprana edad de muerte de este individuo (alrededor de 4 años), y por el solapamiento que existe en los índices entre los segmentos de las extremidades entre los hombres modernos y los neandertales. El esqueleto de Lagar do Velho ha sido hallado en un contexto arqueológico del **Paleolítico superior** (ornamentos, ocre, industria lítica) y podría corresponder a un individuo robusto de *Homo sapiens*.

Aunque nunca podremos saber con absoluta certeza si la hibridación entre neandertales y cromañones era viable genéticamente, la información que nos aportan los fósiles y la biología molecular apunta a una nula, o muy escasa, contribución de los neandertales al acervo genético de la humanidad actual. Quizás las barreras a la reproducción no fueran de tipo biológico, sino que eran diferencias de tipo cultural y social las que impidieron la hibridación.

3.4.5 La Península Balcánica

En el año 1999, Fred Smith y sus colaboradores han publicado nuevas dataciones de Carbono 14 por acelerador (AMS) para los fósiles neandertales de la cueva de Vindija (Croacia). El Nivel G1 de Vindija, donde aparecen los fósiles neandertales, tiene una asociación lítica con mezcla de elementos **musterienses** y auriñacienses, entre ellos elementos muy diagnósticos como una azagaya de base hendida elaborada sobre cuerna. Debido a esta mezcla y a las dataciones efectuadas previamente, que ofrecían edades muy contradictorias, era muy importante realizar una datación directa de los fósiles.

Las fechas obtenidas son de 28.000 y 29.000 años de antigüedad para dos fragmentos del nivel G1. Situando a estos fósiles entre los neandertales más recientes, junto a los de la Península Ibérica, y que incluso podrían ser más recientes. Uno de los aspectos que desconocemos es el tipo de industria lítica que realizaban ya que la mezcla de materiales musteriense y auriñaciense no es consecuencia de las características culturales de esta población, sino que parece deberse a la acción de animales sobre el sedimento.

3.5 La extinción de los neandertales

Los neandertales fueron una **especie** contemporánea de la nuestra hasta que desaparecieron hace unos 30.000 años. No fueron una especie más arcaica, ni fueron nuestros antepasados, sino que convivieron temporalmente con la especie *Homo sapiens* durante decenas de miles de años. El primer lugar donde entraron en contacto fue en el Próximo Oriente. Allí hemos encontrado yacimientos con fósiles de humanos modernos de hace unos 100.000 años o más, y otros con fósiles de neandertales con edades en torno a los 60.000-50.000 años. Ambos grupos humanos tenían las mismas capacidades culturales: utilizaban el mismo tipo de talla, el **Musteriense**; compartían el mismo uso del fuego; y enterraban a sus muertos.

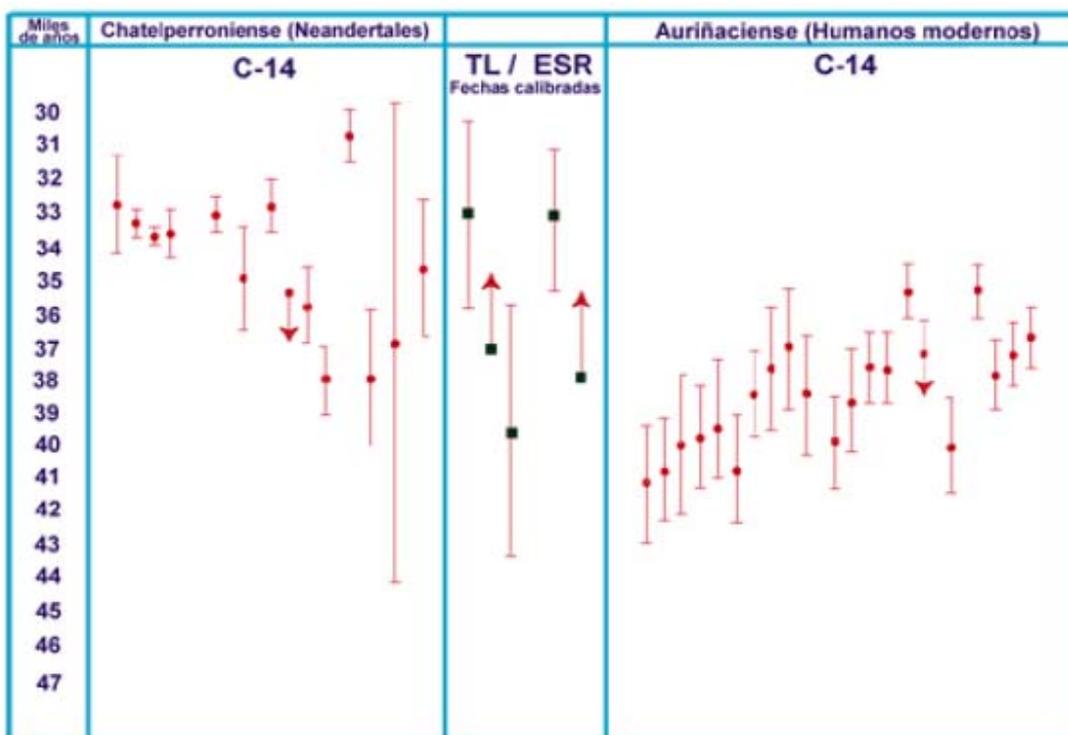


Figura 6.3.6. Esquema de dataciones de los yacimientos chatelperronienses y auriñacienses de Europa occidental.

3.5.1 Relaciones culturales entre los neandertales y los cromañones

En Europa la situación es distinta a la del Próximo Oriente. Hace unos 40.000 años aparece un nuevo tipo de industria lítica del **Paleolítico superior**, el Auriñaciense. Son muy escasos los fósiles humanos asociados al auriñaciense más antiguo, pero, con posterioridad a los 32.000 años, el Auriñaciense siempre aparece asociado a fósiles de nuestra especie. Por este motivo, atribuimos su elaboración a *Homo sapiens*. Esta industria lítica es mucho más variada, a partir de un tipo de talla laminar, se fabrican instrumentos como los raspadores, buriles, perforadores... También se incorpora el hueso y el marfil como materia prima para la elaboración de puntas, azagayas y arpones. Los yacimientos chatelperronienses, asociados a los neandertales, tienen una cronología entre 36.000 y 30.000 años, y su tipo de industria lítica presenta una mezcla de características típicas del **Musteriense** y del Paleolítico superior. Pero los humanos modernos muestran un desarrollo tecnológico mucho más avanzado y complejo que los neandertales, y por lo tanto, podemos suponer que eran también mucho más efectivos en la explotación de los recursos del medio.

Durante el Paleolítico superior las materias primas para realizar los instrumentos se transportaban desde lugares de captación más alejados. A nivel general, no existen diferencias en los tipos de materias primas utilizados en el **Paleolítico medio** y en el superior, pero los neandertales utilizaban materias primas más cercanas al yacimiento, y la proporción de materias primas dependía de la disponibilidad de ellas. En cambio, los humanos modernos transportan la materia prima desde centenares de kilómetros y establecieron unas redes de comunicación, transporte y, quizás, de intercambio mucho mayores.

Otro elemento que merece destacarse son las capacidades simbólicas y artísticas que poseen los humanos modernos. Aunque se han citado algunos ejemplos de manifestaciones simbólicas durante el **Paleolítico medio**, hasta el **Paleolítico superior**, con la expansión de los humanos modernos en Europa, el arte no se desarrolla de forma sistemática. Hace 32.000 años aparecen las primeras manifestaciones artísticas, las pinturas rupestres de la cueva Chauvet (Francia) y las figuritas humanas femeninas llamadas "venus" en el centro de Europa (Véase Módulo 6 Unidad 4).

Quizás, el menor desarrollo tecnológico de los neandertales en Europa fue una de las principales causas de su sustitución por los humanos modernos. Otros científicos también opinan que la nueva tecnología del **Paleolítico superior** y las capacidades simbólicas de los humanos modernos son pruebas indirectas de la posesión de un lenguaje muy complejo. En cambio, los neandertales carecerían de un lenguaje complejo (por supuesto, nadie duda de que los neandertales tendrían un sistema de comunicación). El lenguaje rudimentario de los neandertales limitaba su complejidad social, restringiendo su capacidad de transmitir información entre los miembros del grupo, y los colocaba en una situación desventajosa ante los humanos modernos.

3.5.2 Diferencias biológicas entre neandertales y humanos modernos

Los neandertales y los humanos modernos son dos **especies** humanas muy encefalizadas, es decir, tienen capacidades cerebrales muy grandes. La expansión del cerebro parece haberse producido independientemente en ambas líneas evolutivas. Si calculamos el índice de **encefalización** (tamaño relativo de encéfalo respecto del tamaño corporal), los humanos modernos tienen unos valores más altos que los neandertales, pero no porque tengamos el cerebro de mayor tamaño, sino porque nuestro cuerpo es más grácil. Los humanos modernos tenemos una estructura corporal adaptada a ambientes tropicales, con extremidades alargadas, cuerpos estrechos y caderas estrechas. En cambio, los neandertales tienen una forma corporal adaptada a ambientes árticos, con cuerpos muy robustos y anchos, extremidades acortadas y pelvis anchas. Los esqueletos de humanos modernos de Skhul y Qafzeh con 100.000 años de antigüedad ya tenían el biotipo de nuestra especie: tenían caderas estrechas y unas proporciones en sus miembros similares a las nuestras. Esta reducción de la anchura de la cadera conlleva también una aproximación de las dos cabezas de los fémures, que supone una ventaja biomecánica a la hora de recorrer grandes distancias. Además, los esqueletos de los humanos modernos son más ligeros debido a una reducción del grosor de los huesos, acompañada de una reducción de la masa muscular. Algunos científicos afirman que fue este cambio morfológico y las ventajas biomecánicas que tenían los humanos modernos, lo que condujo a la sustitución de los neandertales por los humanos modernos. Sin embargo, el cambio biológico que ya poseían los humanos modernos en el Próximo Oriente hace 100.000 años no estaba acompañado por un cambio de tipo cultural; y hasta que los humanos modernos no consiguieron desarrollar un nuevo tipo de tecnología (al margen de sus características físicas) no sustituyeron a los neandertales.

3.5.3 El final de los neandertales

Tras la llegada de los humanos modernos y del Auriñaciense a Europa hace 40.000 años el esquema de los yacimientos con fósiles humanos y con industria lítica atribuidos a los neandertales puede resumirse de la siguiente forma: 1) los neandertales sobrevivieron hasta hace 30.000 años en algunas zonas de Europa (Península Ibérica y Península Itálica), en áreas geográficas que actuaron como refugio, estas poblaciones continuaron efectuando industria lítica de tipo **Musteriense**; 2) En el centro de Francia los neandertales pervivieron hasta hace 34.000 años, pero realizando un nuevo tipo de industria, el Chatelperroniense, que posiblemente se deba a una aculturación; 3) En Croacia, sobrevivieron algunos neandertales hasta hace menos de 30.000 años, pero no sabemos que tipo de industria lítica realizaron.

Este esquema nos muestra que la desaparición de los neandertales no siguió un modelo geográfico simple de extinción, de este a oeste, a medida que se expandían los humanos modernos. Sino que el retroceso se produjo de forma compleja: algunas poblaciones de neandertales quedaron aisladas, rodeadas de humanos modernos, mientras que otras sobrevivían en áreas periféricas que actuaron como zonas refugio.

4. Actividades a Desarrollar

Actividad 1

Construye un cuadro cronológico con las siguientes dataciones de yacimientos **musterienses**, chatelperronenses y auriñacienses de Europa. Diferencia de alguna forma aquellos donde aparecen fósiles humanos (marcados con *):

1) Musteriense:

- El Castillo = 38,5 +/- 1,8 miles de años (ka)
- Abric Romaní = 40,4 +/- 1,4 ka
- La Arbreda = 41,4 +/- 1,6 ka
- Saint-Césaire (*) = 38,2 +/- 3,3 ka
- La-Chapelle-aux-Saints (*) = 47-56 ka
- Le Moustier (*) = 40,3 +/- 2,6 ka
- Monte Circeo-Grotta Guattari (*) = 44,5-62 ka
- Combe Grenal = 44 +/- 4 ka

2) Auriñaciense:

- El Castillo = 10 +/- 2,1 ka
- La Arbreda = 39,9 +/- 1,3 ka
- Abric Romaní = 38,5 +/- 1,0
- Boker Tachtit = 46,9 +/- 2,4 ka
- Arcy-sur-Cure (*) = 31,8 +/- 1,2

3) Chatelperroniense:

- Saint Césaire (*) = 36,3 +/- 2,7
- Arcy-sur-Cure (*) = 33,820 +/- 0,7

5. Autoevaluación

1) ¿Contribuyen los neandertales genéticamente a nuestra especie?

- a) No
- b) Sí
- c) En un porcentaje muy bajo

2) ¿Cuál es el último antepasado común de los neandertales y del Hombre moderno?

- a) *Homo heidelbergensis*
- b) *Homo antecessor*
- c) *Homo sapiens* arcaico
- d) Ninguno de los anteriores

3) ¿Dónde se encuentran los últimos fósiles de neandertales?

- a) En el Próximo Oriente
- b) En Centroeuropa
- c) En el sur de la Península Ibérica
- d) En la Península Balcánica

4) ¿Cuándo se extinguen los últimos neandertales?

- a) aprox. 40.000 años
- b) aprox. 30.000 años
- c) aprox. 100.000 años

5) A partir de la evidencia genética y de los fósiles, ¿qué modelo evolutivo es más probable para explicar la desaparición de los neandertales de Europa?

- a) Mezcla genética con *Homo sapiens* y desaparición gradual de sus genes
- b) Reducción de las poblaciones de neandertales por competencia ecológica con *Homo sapiens*
- c) Fueron exterminados por los recién llegados *Homo sapiens*
- d) Los neandertales evolucionaron en un nuevo ambiente climático en dirección a los humanos modernos.

6) ¿Qué tipo de industria lítica está asociada a los fósiles humanos neandertales de Saint Césaire y Arcy-sur-Cure?

- a) Chatelperroniense
- b) Auriñaciense
- c) Musteriense
- d) Solutrense

7) ¿Qué antigüedad tienen los niveles auriñacienses de El Castillo, La Arbreda y el Abric Romani?

- a) Más de 80.000 años
- b) Entre 28.000 y 30.000 años
- c) Entre 38.000 y 40.000 años

8) Marca los yacimientos donde aparecen fósiles de neandertales:

- a) Qafzeh
- b) Kebara
- c) Zafarraya
- d) Carihuela
- e) El Castillo
- f) Saint-Césaire

9) ¿En qué yacimiento se han encontrado los fósiles de humanos modernos más antiguos de Europa?

- a) Vindija
- b) Mladec
- c) L'Arbreda
- d) Saint-Césaire
- e) Qafzeh
- f) Hahnöfersand
- g) Cro-Magnon

10) ¿Cuáles son las características que tiene la industria lítica Chatelperroniense?

- a) Es la primera industria lítica de Paleolítico superior
- b) Aparece asociada con fósiles de neandertales
- c) Aparece asociada con fósiles de neandertales y humanos modernos
- d) Tiene características técnicas mixtas de Paleolítico medio y superior
- e) No tiene útiles obtenidos por talla de tipo laminar

11) ¿Cómo relacionaríamos la aparición de los humanos modernos con el desarrollo cultural del Paleolítico superior?

- a) La aparición de los humanos modernos es anterior al desarrollo cultural
- b) El desarrollo cultural precede la aparición de los humanos modernos
- c) Ambos dos aparecen simultáneamente y están correlacionados

6. Soluciones

1) ¿Contribuyen los neandertales genéticamente a nuestra especie?

No

2) ¿Cuál es el último antepasado común de los neandertales y del hombre moderno?

Homo antecessor

3) ¿Dónde se encuentran los últimos fósiles de neandertales?

En la Península Balcánica

4) ¿Cuándo se extinguen los últimos neandertales?

aprox. 30.000 años

5) A partir de la evidencia genética y de los fósiles, ¿qué modelo evolutivo es más probable para explicar la desaparición de los neandertales de Europa?

Reducción de las poblaciones de neandertales por competencia ecológica con *Homo sapiens*

6) ¿Qué tipo de industria lítica está asociada a los fósiles humanos neandertales de Saint Césaire y Arcy-sur-Cure?

Chatelperroniense

7) ¿Qué antigüedad tienen los niveles auriñacienses de El Castillo, La Arbreda y el Abric Romaní?

Entre 38.000 y 40.000 años

8) Marca los yacimientos donde aparecen fósiles de neandertales:

Kebara
Zafarraya
Saint-Césaire

9) ¿En qué yacimiento se han encontrado los fósiles de humanos modernos más antiguos de Europa?

Hahnöfersand

10) ¿Cuáles son las características que tiene la industria lítica Chatelperroniense?

Aparece asociada con fósiles de neandertales

Tiene características técnicas mixtas de Paleolítico medio y superior.

11) ¿Cómo relacionaríamos la aparición de los humanos modernos con el desarrollo cultural del Paleolítico superior?

La aparición de los humanos modernos es anterior al desarrollo cultural

Unidad 4, Evolución tecnológica y representaciones simbólicas



Industria lítica, Sierra de Atapuerca

Índice

1. Planteamiento

- 1.1 Conocimientos previos**
- 1.2 Objetivos didácticos**
- 1.3 Lecturas recomendadas**

2. Resumen del tema

3. Desarrollo del tema

3.1 Evolución tecnológica

- 3.1.1 Las primeras industrias: el Paleolítico inferior**
- 3.1.2 El Achelense**
- 3.1.3 El Paleolítico medio**
- 3.1.4 El Paleolítico superior**
- 3.1.5 Periodos del Paleolítico superior**
- 3.1.6 El final del Paleolítico y la aparición de las economías de producción.**

3.2 Manifestaciones artísticas

- 3.2.1 El arte rupestre**
- 3.2.2 Altamira y el arte rupestre de la Península Ibérica**
- 3.2.3 El arte mueble**
- 3.2.4 Simbolismo del arte rupestre**
- 3.2.5 El arte levantino y el final del Paleolítico**

4. Actividades

5. Autoevaluación

6. Soluciones de la autoevaluación

1. Planteamiento

1.1 Conocimientos previos

No es necesario ningún conocimiento previo, ya que el tema está planteado de manera que se explican todos los conceptos necesarios para su comprensión.

1.2 Objetivos didácticos

La tecnología y las manifestaciones artísticas son dos características distintivas de nuestra **especie** y que no poseen otros animales. La principal evidencia que nos queda de la evolución tecnológica son los utensilios **líticos**. Respecto a las evidencias de manifestaciones artísticas de los estadios iniciales de la evolución humana, éstas se encuentran sobre objetos de su mobiliario y sobre las paredes de abrigos y cuevas. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Conocer los diferentes **estadios** de desarrollo de la tecnología lítica.
- Características de cada uno de estos estadios.
- Conocer los diferentes métodos de la talla lítica.
- Cronología de la evolución tecnológica.
- Su distribución geográfica y los problemas de interpretación que plantea.
- Conocer las primeras manifestaciones simbólicas y artísticas.
- Cronología de las manifestaciones simbólicas y artísticas.
- Tipos de soporte de estas manifestaciones.
- El arte rupestre y el arte mueble.
- El arte levantino.
- El significado simbólico de estas manifestaciones.

1.3 Lecturas recomendadas

A.A.V.V. (1987). *Arte Rupestre en España*. Madrid: Revista de Arqueología.

Barandiarán, I., Martí, B., Rincón, M.A. del & Maya, J.L. (1999). *Prehistoria de la Península Ibérica*. (2ª Edición). Barcelona: Ariel.

Chapa, T. & Menéndez, M. (Ed.) (1994). *Arte Paleolítico*. Madrid: Editorial Complutense.

Menéndez, M., Jimeno, A. & Fernández, V. (1997). *Diccionario de Prehistoria*. Madrid: Alianza.

Moure Romanillo, A. (Ed.) (1996). *"El Hombre Fósil" 80 años después: volumen conmemorativo del 50 aniversario de la muerte de Hugo Obermaier*. Santander: Univ. de Cantabria / Fundación Marcelino Botín / Institute Prehistoric Investigations.

Moure Romanillo, A. (1999). *Arqueología del Arte Prehistórico en la Península Ibérica*. Madrid: Síntesis.

Semaw, S., Renne, P., Harris, J.W.K., Feibel, C.S., Bernor, R.L., Fesseha, N. & Mowbray, K. (1997). 2.5-million-year-old stone tools from Gona, Ethiopia. *Nature* **385**(23 January), 333-336.

Yellen, J.E., Brooks, A.S., Cornelissen, E., Mehlman, M.J. & Stewart, K. (1995). A Middle Stone Age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Valley, Zaire. *Science* **268**, 553-556.

2. Resumen del tema

Las piedras talladas representan la evidencia más abundante para conocer las capacidades tecnológicas de nuestros antepasados. De forma general, la evolución de la tecnología a lo largo de la Historia de la humanidad conduce a un desarrollo progresivo de industrias líticas, con instrumentos cada vez más complejos, eficaces, homogéneos y más especializados.

Las primeras industrias líticas tienen 2,5 millones de años y proceden del yacimiento de Gona (Etiopía). Existe muchos más yacimientos a lo largo del valle del Rift (Etiopía, Kenya, Zaire Tanzania y Malawi) con una antigüedad entre 2,5 y 2 millones de años. El Olduvayense (**Modo Técnico 1**) consiste en cantos y rocas tallados sin una forma estandarizada y por las lascas resultantes de esta talla. Tiene un sistema de elaboración muy simple, obteniendo lascas poco elaboradas a partir de la percusión directa sobre el núcleo y sin apenas retocarlas. También podemos identificar industrias de Modo 1 en el Lejano Oriente y en Europa.

El Achelense (**Modo Técnico 2**) aparece hace 1,6 millones años y perdura hasta hace 200-150 mil años. Se puede caracterizar por la presencia de instrumentos mucho más elaborados y simétricos: bifaces, hendedores y picos. Los instrumentos tienen grandes tamaños. Se extiende por todo el Viejo Mundo. El **Olduvayense** y el Achelense pueden englobarse dentro del **Paleolítico Inferior**.

El **Paleolítico medio** (**Modo Técnico 3**) aparece hace unos 200.000 años y perdura hasta hace 30.000 años. La industria es más diversificada que en el Paleolítico inferior, y tiene una alta proporción de industria sobre lascas: raederas, raspadores y denticulados. El Paleolítico medio está caracterizado por la talla de tipo **Levallois**. Esta técnica consiste en efectuar una preparación del núcleo para configurar el tipo y la forma de las lascas que se van a obtener a partir de él.

El **Paleolítico superior** (**Modo Técnico 4**) abarca un periodo comprendido entre los 40.000 y los 10.000 años, y aparece asociado a los humanos modernos. Se caracteriza por el perfeccionamiento de la elaboración de útiles con la técnica laminar y por el aumento en la proporción de raspadores y buriles. Durante el Paleolítico superior se elaboran gran cantidad de instrumentos utilizando el hueso, cuerna, madera y marfil. Los periodos principales del Paleolítico superior europeo son el Chatelperroniense, Auriñaciense, Gravetiense, Solutrense y el Magdaleniense

Tras el Paleolítico superior, se desarrolla el período Epipaleolítico o Mesolítico (entre hace 10.000 años y 5.000 años) que se caracteriza por la talla de pequeñas piezas líticas denominadas microlitos. Finalmente, hace unos 12-10.000 años, se descubre la agricultura y la ganadería, iniciándose el período **Neolítico**. La economía basada en la caza y recolección deja paso a economías de producción que transformaron irreversiblemente a la humanidad.

Las primeras representaciones artísticas conservadas hasta nuestros días corresponden al **Paleolítico superior**. El arte rupestre está formado principalmente por grabados y pinturas efectuados en el interior de cuevas o abrigos, o sobre objetos muebles de distinta materia y naturaleza. Es un tipo de arte naturalista que representaba principalmente figuras de animales.

Con el final del Paleolítico superior desaparece el arte rupestre y aparece el arte levantino en las costas mediterráneas de la Península Ibérica. El arte levantino se localiza en abrigos y lugares a cielo abierto y las imágenes principales son figuras humanas estilizadas, en escenas de caza, danzas y otras actividades de tipo cotidiano.

El código para interpretar el significado que tenían todas estas manifestaciones artísticas desapareció al perderse este tipo de arte y, por lo tanto, es imposible saber cual era su simbolismo. *Homo sapiens* es la única **especie** capaz de producir un mundo artístico tan complejo y lleno de simbolismo.

3. Desarrollo del Tema

3.1 Evolución tecnológica

Las piedras talladas representan la evidencia más abundante de las capacidades tecnológicas de nuestros antepasados, ya que este tipo de material tiene una mayor dureza y conservabilidad que otros materiales que también eran utilizados, como la madera. Durante los primeros **estadios** de la evolución humana no aparecen evidencias de talla lítica, y así *Ardipithecus ramidus*, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus anamensis* y *Australopithecus africanus* no serían capaces de tallar industria lítica.

Hasta hace 2,5 millones de años no aparecen en los yacimientos los primeros utensilios de piedra aunque, es lógico pensar, que los primeros utensilios serían de madera, si bien se han conservado.

El tipo de industria lítica más simple sería una piedra natural sin modificar mediante la talla, como en algunos casos se ha visto utilizar a los chimpancés en estado natural. Sin embargo, este tipo de útiles también son muy difíciles de reconocer en el registro **lítico**. El siguiente paso de la evolución cultural es el golpeo simple de una piedra contra otra, con la que se obtienen lascas muy simples pero con filos cortantes.

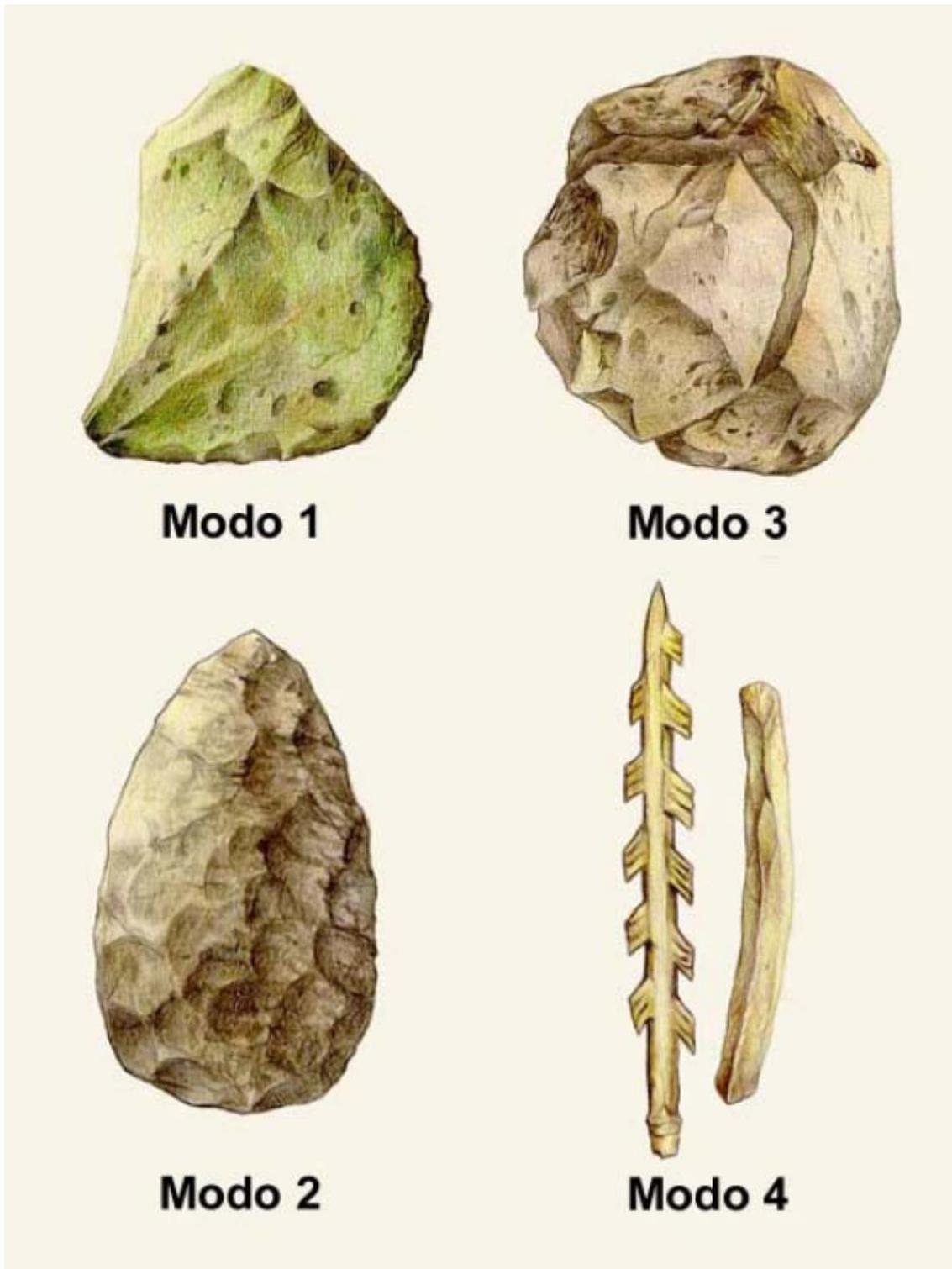


Figura 6.4.1 Tipos representativos de los 4 Modos Técnicos de elaborar industria lítica.

3.1.1 Las primeras industrias: el Paleolítico inferior

Las piedras talladas más antiguas conocidas proceden de Gona, un yacimiento de la región de Hadar, Etiopía, al que se le atribuye una edad cercana a los 2,5 millones de años. La primera asociación directa de fósiles humanos y industria lítica procede de la región de Hadar: un maxilar muy completo (A.L. 666-1) cuya asignación al género *Homo* parece clara, aunque todavía no sabemos a que especie pertenece. El fósil se halló inmediatamente debajo de una toba volcánica fechada mediante técnicas radiométricas en cerca de 2,3 millones de años de antigüedad. Junto con el fósil humano se encontraron una veintena de utensilios de piedra. Este hallazgo ha venido a reforzar la hipótesis de que *Homo* fue el autor de las primeras industrias. Sin embargo, algunos autores atribuyen dichas capacidades a otros géneros de homínidos como *Paranthropus*, que aparece asociado a industria lítica en numerosos yacimientos, como Olduvai o Swartkrans; y también al recién publicado *Australopithecus garhi*, con el que han aparecido asociados unos huesos con marcas de corte.

Se han encontrado yacimientos con industria lítica en el valle del río Omo, que tienen una antigüedad de entre 2 y 2,2 millones de años. Y también se han encontrado industrias líticas de entre 2,5 y 2 millones de años a lo largo de todo el valle del Rift (Etiopía, Kenya, Zaire, Tanzania y Malawi). En la garganta de Olduvai fue donde por primera vez fueron reconocidas estos instrumentos de piedra, y por eso se denomina industria Olduvayense, o según una terminología más moderna Modo Técnico 1. Los yacimientos más antiguos de Olduvai, procedentes del lecho 1, tienen alrededor de 1,9 millones de años de antigüedad.

Los conjuntos líticos del Modo 1 están formados por cantos y rocas tallados sin una forma estandarizada y por las lascas que se obtienen en el proceso de talla. Estas lascas son a menudo retocadas ligeramente. El proceso de fabricación de estos instrumentos requiere secuencias de pocos golpes. También utilizaban cantos y rocas, sin modificar, a modo de martillos y yunques.

Instrumentos muy similares a estos también se encuentran en el sur de África (Sterkfontein en Sudáfrica) y en el norte de este continente (Ain Hanech en Argelia), con una antigüedad de 1,5 millones de años.

Fuera de África los yacimientos arqueológicos presentan muchos más problemas en su datación, al no ser tan frecuentes las tobas volcánicas y quedar fuera del rango de los métodos tradicionales de Uranio y Carbono 14. Por lo tanto, la fecha de la salida de África sigue siendo incierta. Aunque algunos autores han propuesto fechas de alrededor de 2 millones para unos instrumentos líticos cerca de Riwat en el norte de Pakistán, lo más probable es que la salida de África se produjese hace alrededor de un millón y medio de años. Entre los yacimientos más antiguos y mejor datados con industria lítica fuera de África se encuentra Dmanisi (Georgia) con 1,4-1,6 millones de años, Ubeidiya con 1,6 millones de años y Lantian (China) con 1,3 millones de años.

Uno de los conjuntos de fósiles humanos mejor conocidos son los fósiles de Java, sin embargo, ninguno de ellos aparece asociado a industria lítica. Quizás porque utilizaban otro tipo de materiales que no se ha conservado, como la madera o el bambú. Entre los yacimientos más antiguos de Asia el que mejor se conoce es Zhoukoudian cerca de Pekín (donde también han aparecido abundantes restos fósiles de *Homo erectus*). Este yacimiento fue ocupado por los humanos a lo largo de centenares de miles de años y las ocupaciones más antiguas son de hace 500,000 años. La industria lítica de Zhoukoudian pertenece al Modo 1.

En Europa los yacimientos que con más de medio millón de años tienen industrias de Modo 1, como por ejemplo Isernia la Pineta (Italia), Bilzingsleben (Alemania), Vértesszöllös (Hungría) y la Gran Dolina en la Sierra de Atapuerca. Como sucede en el Lejano Oriente, también en Europa, las industrias más antiguas pertenecen al Modo 1, aunque el Modo 2 hacia mucho que se había desarrollado en África. Esto plantea bastantes problemas de interpretación: quizás el material no era el adecuado, no parece probable porque utilizaban los mismos que los Achelenses, sílex y cuarcita; tal vez los primeros pobladores de Asia y Europa "salieron" de África antes que se desarrollase en Modo 1; o quizás no les hiciese falta elaborar el tipo de útiles característico del Modo 2, como por ejemplo los bifaces, aunque su tipo de talla ya estaba desarrollado.

3.1.2 El Achelense

El siguiente paso en la elaboración de industria lítica es la confección de herramientas que tienen un claro eje de simetría. El Modo 1 evoluciona hacia un tipo de talla bifacial, donde las lascas se obtienen golpeando sobre las dos caras opuestas de un núcleo. Los yacimientos achelenses son muy numerosos en todo el Viejo Mundo. El Achelense fue reconocido por primera vez en el yacimiento francés de St. Acheul, por esta razón recibe ese nombre. El fósil tipo del Achelense, o **Modo Técnico 2**, es el bifaz, donde se combinan dos filos cortantes que convergen simétricamente en una punta. El bifaz es un instrumento muy versátil y es constante su presencia a lo largo de más de un millón de años de nuestra evolución. Otros tipos característicos del Modo 2 son los hendedores o picos, que también tienen un tipo de talla bifacial.

El yacimiento más antiguo de Modo 2 es el yacimiento de Konso en Etiopía con una antigüedad de 1,6 millones de años. Otros yacimientos con alrededor de 1,5 millones de años se encuentran en el lecho 2 de Olduvai y en Peninj (ambos en Tanzania). Se extiende geográficamente por toda África, Europa y gran parte de Asia, excepto en el Extremo Oriente. El yacimiento israelita de Ubeidiya es el yacimiento más antiguo del Modo 2 fuera de África, con 1,5 millones de años.



Figura 6.4.2 Bifaz procedente del yacimiento de Galería en la Sierra de Atapuerca.

En Europa podemos encontrar industrias de tipo Achelense posteriores al medio millón de años de antigüedad, mientras que los yacimientos más antiguos tienen industrias del Modo 1. Algunos de los yacimientos que contienen numerosos bifaces son Ambrona y Torralba en España, y Boxgrove y Hoxne en el sur de Inglaterra. A este período también pertenecen los excepcionales hallazgos de 3 lanzas, de alrededor de 2 metros de longitud, halladas en las turberas de Schönningen (Alemania) con unos 400.000 años de antigüedad. La madera raramente se conserva y estas lanzas son el ejemplo más antiguo de utensilios de este material.

Hace unos 150.000 las industrias de bifaces empiezan a desaparecer por el desarrollo de nuevas técnicas de talla y por la especialización de útiles contruidos sobre lascas. Los últimos bifaces se construyen sobre lascas de gran formato, y tienen un acabado muy refinado con el uso de percutores blandos, como la madera.

3.1.3 El Paleolítico medio

El **Paleolítico medio** cubre un periodo comprendido entre los 200.000 y los 30.000 años. La industria es más diversificada que en el **Paleolítico inferior**, y se caracteriza por una alta proporción de industria sobre lascas: raederas, raspadores y denticulados. El Paleolítico medio está caracterizado por una forma de tallar la piedra denominada técnica **Levallois**. Esta técnica se caracteriza por efectuar una preparación del núcleo, que determina el tipo de lascas que se van a obtener a partir de él. Éste método que aparece hace aproximadamente 200.000 años, consiste en preparar el núcleo con una serie de extracciones que modelan la superficie del núcleo, de forma que posteriormente se obtienen lascas de una forma determinada.

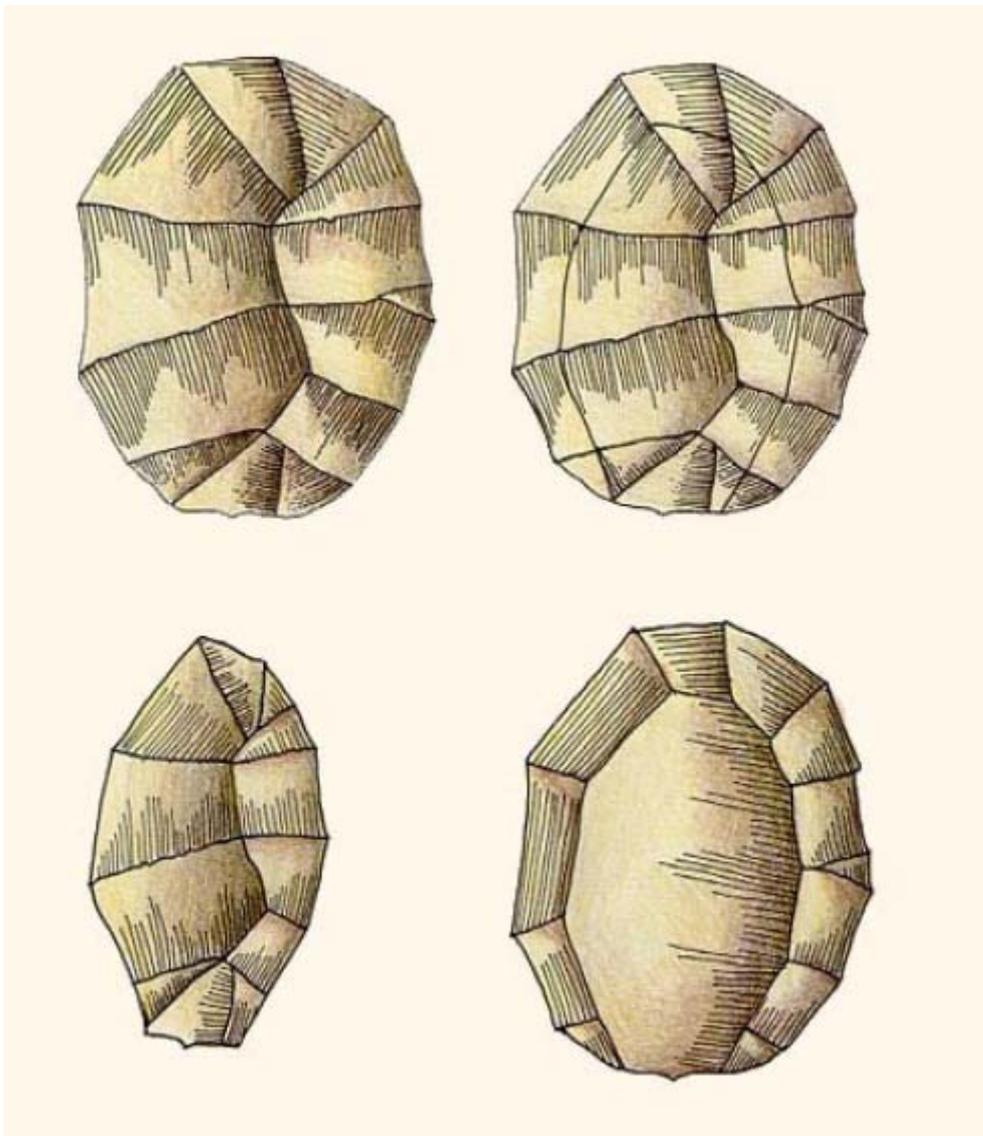


Figura 6.4.3 Secuencia de elaboración de una lasca **levallois** y forma de preparar el núcleo.

Tradicionalmente, se atribuye la industria **Musteriense** o del **Paleolítico medio** a los neandertales. Pero en Israel se han documentado numerosas cuevas que contienen complejos industriales del Paleolítico medio, y mientras que en la Cueva de Kebara aparecen junto a restos de neandertales, en el yacimiento de Qafzeh (Israel) aparecen asociados a enterramientos de hombres de Cromañón (*Homo sapiens*). Por lo tanto, ambos tipos de humanos elaboraban el mismo tipo de industria lítica, y la vieja idea de que las industrias del Paleolítico medio eran obra de los neandertales no tiene sentido. De hecho, podemos reconocer industrias líticas muy similares al Musteriense en otras partes del Viejo Mundo, estas industrias se les denomina con el término "Middle Stone Age", y todas ellas pueden englobarse en el **Modo Técnico 3**.

En África reconocemos industrias del Modo 3 desde hace unos 150.000 años hasta hace unos 20-10.000 años. Todas ellas se caracterizan por la talla **Levallois**, y algunas de ellas presentan talla de tipo laminar, como por ejemplo en el yacimiento de Haua Fteah (Libia) y en el río Orange (Sudáfrica). Existen variedades de **Paleolítico medio** por toda África:

- en el norte encontramos el Aterriense, que puede distinguirse por la presencia de puntas bifaciales con pedúnculo para enmangarlas.
- en el sur de África las industrias de Klasies River Mouth se caracterizan por instrumentos muy pequeños (microlitos) algunos de ellos con 60.000 años de antigüedad.

En Asia el Modo 3 está peor conocido y las dataciones absolutas de los yacimientos son escasas. Sin embargo, se han excavado conjunto de industrias líticas **musterienses** en Irak, Iran, Afganistán y cerca del lago Baikal en Siberia. En Asia oriental también se encuentran industrias de Modo 3, aunque no son típicamente musterienenses. Todas ellas presentan talla de tipo **Levallois**, y tienen entre 40.000 y 20.000 años de antigüedad.

Existen numerosos yacimientos con industrias musterienenses o del Modo 3 repartidas por toda la Península Ibérica: en la cordillera cantábrica, El Castillo (Santander), Cueva Morín; en la zona mediterránea, el Abrigo Romaní (Barcelona), La Arbreda (Gerona), Cova Negra (Valencia); sur de la Península, Carigüela (Granada), Gibraltar, Zafarraya (Málaga); en el centro peninsular, Cueva Millán (Burgos), Los Casares (Guadalajara), etc. Mientras que en el norte de la Península los yacimientos de **Paleolítico superior** tienen unos 40.000 años de antigüedad, en el sur de la Península y en Portugal el Musteriense perdura hasta hace unos 30.000 años.

3.1.4 El Paleolítico superior

El Paleolítico superior (**Modo Técnico 4**) cubre un periodo comprendido entre los 40.000 años y los 10-9.000 años, y aparece asociado a los humanos modernos. Esta época corresponde a la segunda parte de la última **glaciación**, el Würm, y termina con el calentamiento que se produce en el período Alleröd. El Paleolítico superior se caracteriza por el perfeccionamiento de la elaboración de útiles con la técnica laminar, y el aumento de la proporción de raspadores y buriles. Con el Paleolítico superior aparecen nuevos útiles y diseños que responden, con su variedad de formas, a distintos trabajos muy especializados: limpieza, curtido, preparación y perforado de pieles; trabajo y modificación del hueso; para grabar figuras en las paredes de las cuevas...

En el **Paleolítico superior** se desarrolla una nueva y sorprendente manera de fabricar herramientas de tipo laminar mediante la percusión indirecta. La talla laminar consiste en la preparación del núcleo creando de un plano de percusión que guíe la onda de choque, y que permita generar lascas muy alargadas y planas. Utilizando un martillo de piedra, hueso, madera o cuerno, el fabricante golpeaba un punzón de cuerno que se apoyaba sobre el borde del núcleo. De esta forma, se obtenían lascas muy largas, planas y estrechas, que posteriormente se podían retocar para obtener la forma de útil deseada. Estas **láminas** se hacían en serie para aprovechar mejor el material. A partir de una sola piedra, este método permitía obtener un mayor número de instrumentos, y una mayor cantidad de filo.

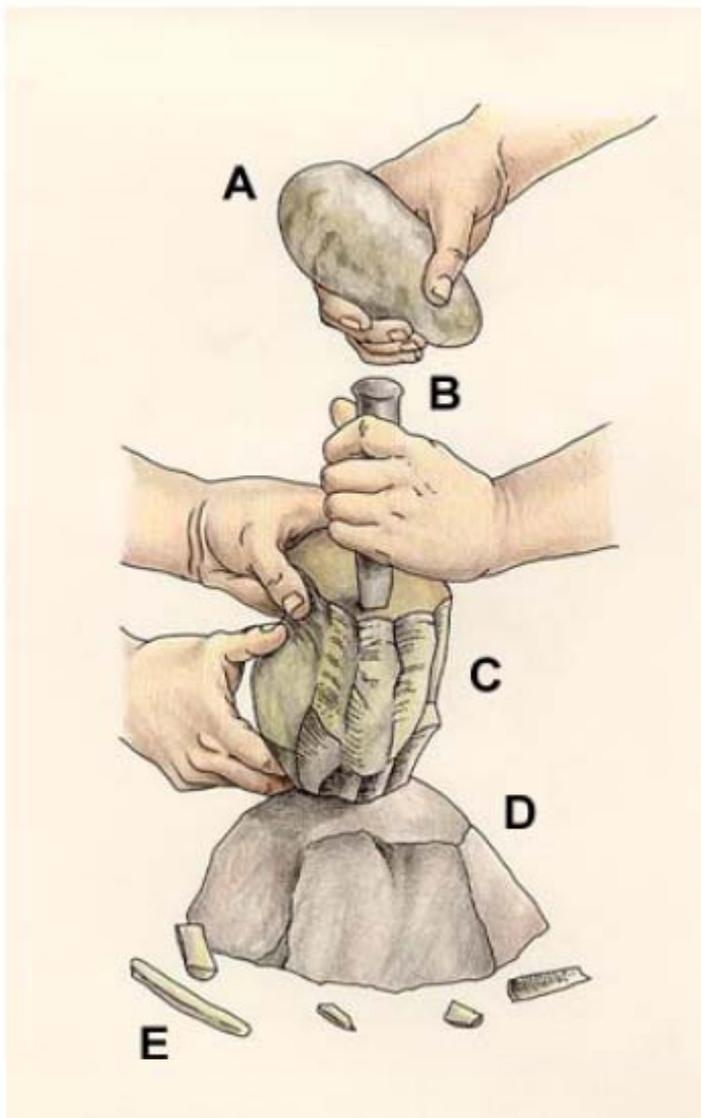


Figura 6.4.4

Método de talla laminar por percusión indirecta. A, percutor; B, punzón de hueso o cuerno; C, núcleo; D, yunque de piedra; E, lascas obtenidas.

Sin embargo, las **láminas** de industria lítica no son exclusivas del **Paleolítico superior**, y encontramos láminas, con más de 100.000 años de antigüedad en diversos lugares de África y Europa. También aparecen en industrias **musterienses** del Próximo oriente y de Grecia, pero en ninguno de estos lugares los conjuntos **líticos** son tan sofisticados y variados como los del Paleolítico superior.

Otro método de talla que aparece en el Paleolítico superior o Modo 4 es la denominada talla por presión, que suele realizarse sobre núcleos de sílex previamente calentados al fuego para facilitar la talla. Este tipo de talla caracteriza al período Solutrense y con él se elaboran las famosas "hojas de laurel".

Gran cantidad de instrumentos del Paleolítico eran de hueso, cuerno, madera y marfil. Estas materias primas se empiezan a utilizar sistemáticamente durante este periodo: propulsores, azagayas, agujas y arpones fueron realizados en cuerna y hueso. Esta variedad de instrumentos incremento enormemente el control de la humanidad sobre el medio ambiente.

3.1.5 Periodos del Paleolítico superior

Los instrumentos del Paleolítico superior europeo variaron mucho dependiendo del lugar y la época. Algunos arqueólogos piensan que esto refleja diferentes grupos de individuos, mientras que otros creen que los distintos instrumentos reflejan diferentes escuelas o culturas.

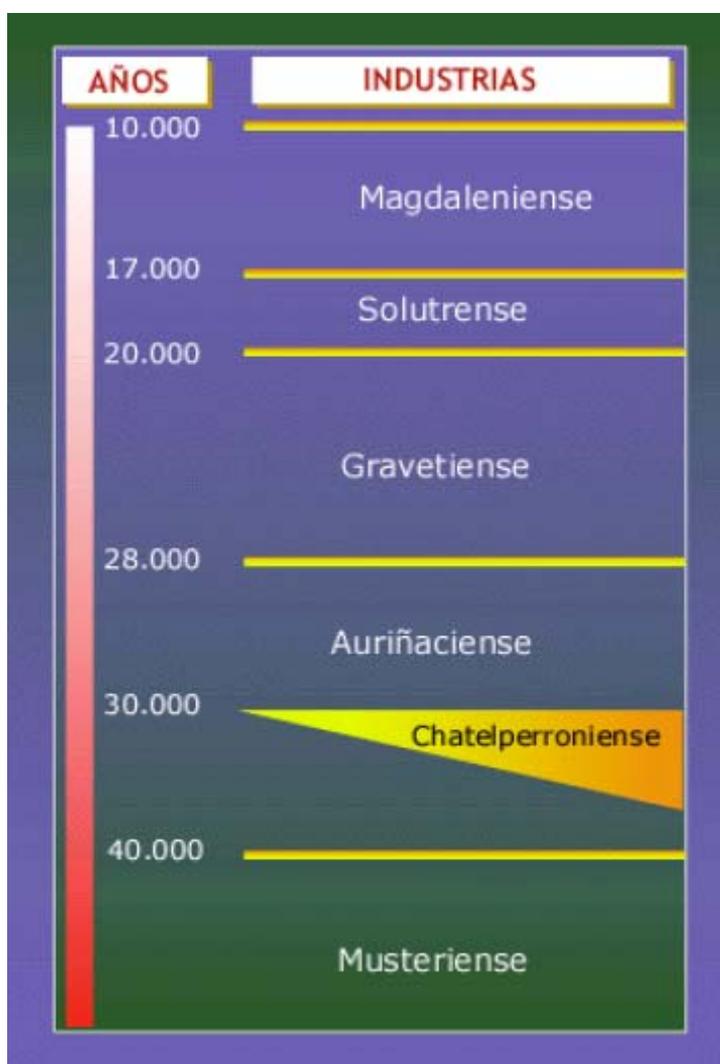


Figura 6.4.5 Esquema de los tipos de industria del Paleolítico superior y cronología.

La cronología del Paleolítico superior de Europa occidental fue definida por H. Breuil y D. Peyrony a partir de las industrias líticas procedentes de abrigos y cuevas del sudoeste francés, reconociendo cinco tipos principales de industria:

- Chatelperroniense (36.000-30.000 años). Se solapa cronológicamente con el Auriñaciense y fue desarrollado por los últimos neandertales.
- Auriñaciense (40.000-25.000 años), se caracteriza por la presencia por primera vez de talla de tipo laminar con abundancia de rascadoras laterales.
- Gravetiense (27.000-19.000 años). Se caracteriza por largas puntas afiladas, buriles, y azagayas de hueso.
- Solutrense (21.000-16.000), caracterizado por instrumentos de hojas muy delgadas y con retoques muy profundos, denominadas "hojas de laurel". Sólo se extiende por la Península Ibérica y Francia, y coincide con el momento de máxima extensión de los hielos, hace unos 18.000 años.
- Magdaleniense (16.000-10.000 años), donde aparecen numerosos instrumentos de hueso y cuerno: propulsores y herramientas para la pesca, como arpones y anzuelos.

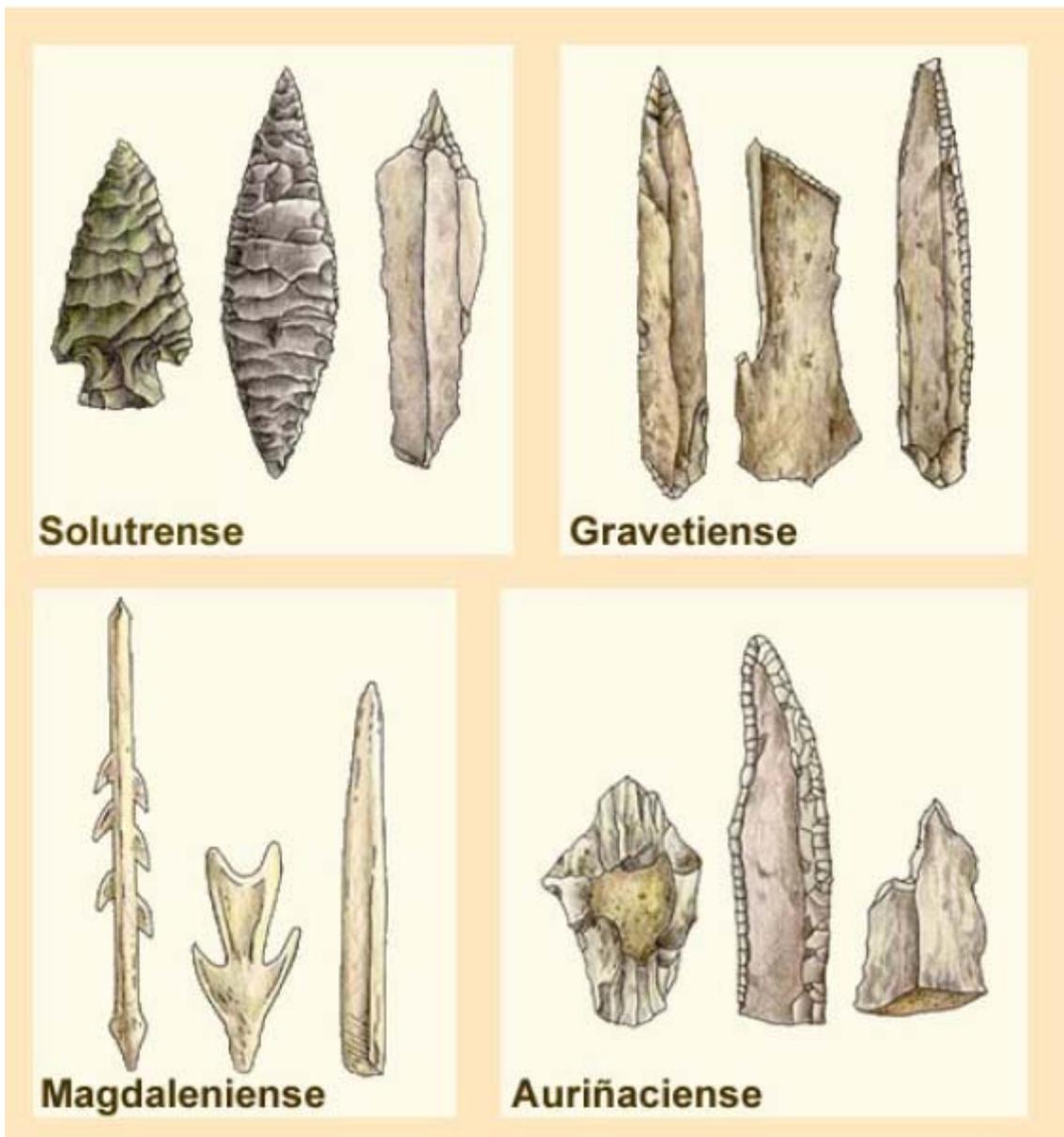


Figura 6.4.6 Instrumentos representativos del **Paleolítico superior** y de sus diferentes períodos.

Las industrias del Paleolítico superior no son exclusivas de los humanos modernos. El Chatelperroniense se clasifica como un tipo de industria del Paleolítico superior, pero en los yacimientos de Arcy-sur-Cure y Saint Césaire (ambos en Francia) aparece asociado con restos de neandertales. Y por lo tanto, los autores de este tipo de industria lítica habrían sido los neandertales, y sería el fruto del aprendizaje de las modernas técnicas de elaborar industria lítica que poseían los humanos modernos, durante el periodo de tiempo en que convivieron juntos.

Los análisis químicos y microscópicos de los tipos de sílex utilizados durante el Paleolítico superior han mostrado que la materia prima se intercambiaba o se transportaba a través de grandes distancias, en algunos casos, superiores al centenar de kilómetros. Relacionado con esta movilidad de los hombres del [Paleolítico superior](#) o con sus actividades comerciales, también aparecen algunas conchas marinas en yacimientos alejados de la costa por centenares de kilómetros.

Los descubrimientos arqueológicos sugieren que las armas y las técnicas de caza de los cromañones superaron a los Neandertales, con importantes consecuencias sobre el aprovisionamiento de la comida y el crecimiento de la población. Utilizaban propulsores para lanzar sus armas, que aumentaban la fuerza ejercida por el brazo humano, doblando la distancia de caza. Esto permitía cazar a mayor distancia, antes de que su presa llegara a asustarse y huyera. Las presas eran básicamente las mismas que durante el [Paleolítico medio](#), pero durante el periodo Magdaleniense, el pescado adquiere importancia en la dieta.

3.1.6 El final del Paleolítico y la aparición de las economías de producción.

Tras el [Paleolítico superior](#), la fase denominada Epipaleolítico o Mesolítico (entre hace 10.000 años y 5.000 años) supuso un cambio en las condiciones ambientales y ecológicas. Hace 10.000 años comienza una mejora de las condiciones climáticas y se inicia el periodo geológico [Holoceno](#). El cambio climático y la presión cinegética destruyeron las grandes manadas de rumiantes. Por este motivo, los últimos cazadores europeos explotaron toda una serie de recursos nuevos (peces, aves acuáticas, productos del mar, pequeños mamíferos) diversificando y explotando de forma sistemática todas las fuentes posibles de alimento. En este período hubo una explosión demográfica y los yacimientos que se han encontrado se multiplican espectacularmente.

Durante el Mesolítico se desarrollaron unos métodos de talla destinados a la obtención de instrumentos de tamaño muy pequeño, los microlitos. Muchos de estos útiles no tienen más de uno o dos centímetros y eran de una forma geométrica muy bien definida: semicircular, triangular, trapecio, etc. Estos instrumentos se utilizaban enmangados en el extremo o a los lados de instrumentos de madera, hueso o cuerno. Estos podían ser reemplazados si se perdían o si se fracturaban. En la caza aparecen los arcos y las flechas que permitían capturar animales a mayor distancia y con mayor eficacia.

En algunas partes del planeta, hace unos 12-10.000 años se descubre la agricultura y la ganadería y se inicia el período **Neolítico**. Se abandonan las economías de caza y recolección para pasar a otras de producción y explotación sistemática del medio. En la Península Ibérica el Neolítico tiene una antigüedad de alrededor de 7.000 años. Aparece un gran número de hachas y azuelas elaborados a4 partir del pulido y desgaste de piedras muy duras, como la fibrolita y la cornubianita. Sin embargo, durante el Neolítico siguen obteniéndose instrumentos a partir de **láminas** de sílex. Siguen utilizándose cuchillos, perforadores, taladros y puntas de flecha hechos en sílex. Pero, poco a poco, el uso de la piedra irá desapareciendo y será sustituida por los metales.

Al mismo tiempo que cambió el tipo de economía, se desarrolló el uso de la cerámica, obtenida a partir de la cocción de la arcilla. Este material permitió nuevas posibilidades de almacenamiento, transporte y preparación de los alimentos. Además la arcilla es un recurso abundante y fácil de trabajar. Desde el momento de su invención, la cerámica se convierte en el elemento predominante en los yacimientos arqueológicos, por su gran capacidad de conservación a lo largo del tiempo. Sus tipos, formas, características y elementos decorativos... han servido a los prehistoriadores para ordenar cronológicamente los períodos y culturas, y conocer las relaciones de intercambio entre diferentes grupos.

Este cambio en el tipo de economía permitirá el crecimiento de las poblaciones y transformará profundamente a la humanidad.

3.2 Manifestaciones artísticas

Las primeras representaciones artísticas conservadas hasta nuestros días corresponden al **Paleolítico superior**. Hace 35.000 años aparecen las primeras manifestaciones artísticas, con las que el hombre expresa sus sentimientos estéticos utilizando diferentes formas: grabado, pintura y escultura. Hasta el final de Paleolítico superior, las poblaciones de cazadores recolectores desarrollaron varias formas de expresión gráfica, quedando numerosos testimonios en cavidades y al aire libre. Son representaciones bidimensionales (grabados y pinturas) y, ocasionalmente, esculturas efectuadas sobre paredes o techos de cueva y abrigos, o sobre objetos mobiliarios de distinta materia y naturaleza. Los primeros objetos de naturaleza simbólica también comprenden los primeros adornos del cuerpo, en forma de cuentas y pendientes.

El talento artístico de los cromañones puede considerarse un reflejo de la capacidad para superar a los neandertales en la lucha por la supervivencia y, por consiguiente, para desplazarlos y provocar su extinción.

3.2.1 El arte rupestre

La Península Ibérica posee un enorme número de pinturas rupestres. Estas representaciones están repartidas por toda la Península, aunque la mayoría están concentradas en la zona cantábrica: en el País Vasco, Asturias y Cantabria. En el suroeste de Francia destacan las concentraciones de arte rupestre de las regiones de la Dordoña y el Arège. También existen algunos ejemplos dispersos en Italia, sur de la Península Ibérica y en los Balcanes. No se encuentran pinturas rupestres en el centro de Europa, aunque en estos mismos yacimientos el arte mobiliario es muy abundante. También hay cuevas con imágenes pintadas en América del Sur y en Australia, que tienen una antigüedad situada entre 25.000 y 10.000 años.

El arte rupestre fue dividido por el prehistoriador Leroi-Gourham utilizando criterios de estilo y ejecución, en 4 estilos sucesivos (I, II, III, IV). Pero las dataciones absolutas que se han efectuado en los últimos años desmienten y convierten en inoperante esta división. Por ejemplo, uno de los grupos de pinturas de mayor complejidad estilística, recién descubierto, es la Cueva Chauvet (Ardèche, Francia) que según las distintas dataciones absolutas realizadas tiene una antigüedad de unos 30.000 años. Sin embargo, según Leroi-Gourham estas pinturas corresponden al Estilo IV y tendrían unos 14-10.000 años de edad. Entre las pinturas rupestres más antiguas se sitúan también las de la Gruta Cosquer (Bouches de Rhône, Francia) con 27.000 años.

De todas maneras la datación del Arte rupestre presenta numerosas dificultades y hasta hace poco la precisión de los métodos de datación no permitía datar muestras pequeñas o con poca cantidad de materia orgánica. Se han obtenido fechas de 14.300 años para las pinturas de Cougnac, de 14.000 para Altamira, 13.000 para El Castillo y Niaux (Francia).

El arte rupestre es fundamentalmente un arte figurativo donde aparecen representados principalmente animales y, en muy pocas ocasiones, personas. Los animales representados son en su mayoría herbívoros y presas frecuentes de estos humanos: caballos, bisontes, uros, ciervos, cabras... Mientras que son mucho menos frecuentes los carnívoros, peces y aves. Las imágenes se presentan aisladas, con muy pocos elementos que se refieran al entorno, y en muchas ocasiones se aprovecha el relieve de las paredes de la cueva para conseguir las formas deseadas. También aparecen con frecuencia figuras o signos abstractos y son muy habituales las representaciones de manos, en negativo o en positivo, donde en ocasiones falta uno a más dedos. La técnica utilizada es la pintura y el grabado, y en algunas ocasiones ambas a la vez. Estos pintores prehistóricos utilizaban colorantes minerales: arcillas, ocre, carbón y óxidos mezclados con materiales orgánicos para conseguir una mayor fijación de las pinturas, y que ha permitido que perduren hasta nuestros días. La mayor parte de colores conseguidos son el negro y una gran variedad de ocre. La pintura se aplicaba directamente o difuminándola. La mayoría están efectuadas con muchísima destreza, de un sólo trazo; y en otras ocasiones utilizaban varios colores combinados en una sola figura obteniendo un gran realismo.

Son muy numerosas las interpretaciones científicas sobre el significado del arte rupestre. Una de las hipótesis más habituales es que guardan relación con la caza. Pero, los animales representados en las cuevas rara vez corresponden con los huesos hallados en las mismas cavernas y con la frecuencia de las [especies](#) cazadas. Existe otra serie de interpretaciones no ya como imágenes individuales, sino como combinaciones de imágenes, cuyo significado depende de la disposición y de las relaciones que guardan con las demás figuras en la cueva.

El arte parietal o rupestre aparece principalmente en cuevas y abrigos, y hasta hace poco se pensaba que estaba restringido a estos lugares. Pero hoy en día también hemos hallado representaciones de arte rupestre al aire libre. Uno de los conjuntos más espectaculares de grabados se encuentra en el Valle del río Coa (Portugal) y en Siega Verde (Salamanca). Aquí aparecen cerca de un millar de animales grabados que han sido fechados entre hace 19.000 y 8.000 años. Debido a los agentes meteorológicos únicamente se conservan los grabados, pero podemos suponer que los humanos del [Paleolítico superior](#) también realizaban pinturas rupestres al aire libre pero que no se han preservado.

Arte rupestre de características similares podemos encontrarlo en otros continentes, aunque su cronología es posterior. En Australia se han encontrado numerosos abrigos con círculos grabados y marcas digitales que tienen entre 15.000 y 24.000 años. También aparecen distintas manifestaciones pictóricas en lugares tan dispares como Kamikuroiwa (Japón) con unos 12.000 años de antigüedad, en la cueva Apollo 11 (Namibia) con 19.000 años, en Pedra Furada (Brasil) entre 10.000 y 12.000 años de antigüedad; todas ellas producidas por el [Homo sapiens](#).

3.2.2 Altamira y el arte rupestre de la Península Ibérica

El primero en afirmar la existencia de arte rupestre prehistórico fue el español Marcelino Saenz de Sautuola, tras el descubrimiento en 1879 de las pinturas de la cueva de Altamira. Fueron halladas por su hija María, mientras el propio Saenz de Sautuola excavaba en esta cueva de su propiedad, en busca de útiles de piedra y objetos artísticos similares a los que había visto procedentes de otros yacimientos franceses. Dentro y fuera de España, se recibieron con escepticismo sus observaciones sobre la antigüedad de las pinturas, y entre ellos la opinión de los prehistoriadores más prestigiosos quitaron crédito a la opinión de Sautuola.

Las tesis de Sautuola no se reivindicaron hasta el descubrimiento en 1895 de la cueva de La Mouthe (La Dordoña), que contenía pinturas y grabados semejantes a los de Altamira. Poco después, también se encontraron más pinturas en Font de Gaume y Les Combarelles. El asunto quedó definitivamente zanjado al publicar el prehistoriador E. Cartailhac el famoso artículo "*Les cavernes ornées des dessins. La grotte d'Altamira, Espagne. Mea culpa d'un sceptique*" ("*Las cavidades decoradas. La Cueva de Altamira, España. Mea culpa de un escéptico*").

A lo largo de toda la cueva de Altamira se han encontrado más pinturas y grabados, pero sin duda la sala de los bisontes o sala de los polícromos es la más afamada y la que mayor calidad artística tiene. En el techo de esta sala podemos encontrar un conjunto de animales, bisontes en su mayoría, pero también jabalíes, ciervos, caballos, manos humanas... Las figuras están pintadas aprovechando el relieve de la roca, y tienen un gran naturalismo. Sin embargo, como todo el arte rupestre, las pinturas de Altamira encierran un simbolismo que no podemos comprender. La cronología de Altamira corresponde al período Magdaleniense y ha sido datada en unos 14.000 años de edad.

La región cantábrica es uno de los principales núcleos de concentración de yacimientos con manifestaciones artísticas, tanto muebles como parietales, distribuidos de forma continua desde el Pirineo occidental hasta Asturias. Destacan las cuevas de Ekain, Santimamiñe, Urutiaga y Altxerri en el País Vasco; El Castillo, La Pasiega, Covalanas, La Hoz en Cantabria; Tito Bustillo, La Riera, El Buxu, Sidrón, El Pindal, La Loja en Asturias. Otros ejemplos de arte rupestre en la Meseta son Ojoguareña en Burgos, Los Casares en Guadalajara, El Niño en Albacete, Domingo García y La Griega en Segovia.

3.2.3 El arte mueble

El arte rupestre también aparece en forma de grabados, pinturas o esculturas sobre objetos de piedra y huesos, y se denomina arte mobiliario o mueble. Estos objetos están representados por toda Europa y por toda la Península Ibérica, llegando incluso hasta Siberia. Su diversidad implica a los materiales (hueso, asta, marfil, plaquetas de piedra, cantos rodados, arcilla), a las técnicas de fabricación (grabado, dibujo, escultura) y a la forma y función de los soportes. Hay cierta variedad geográfica que se refleja en la concentración de algunos materiales, temas y objetos en alguna de las zonas. En ellos aparecen representados los mismos motivos y animales representados en las paredes de las cuevas.

Forman parte del arte mueble las representaciones escultóricas de imágenes femeninas, las llamadas "venus". Estas figuras surgen hace unos 35.000 años y perduran durante más de 20.000 en los yacimientos del [Paleolítico superior](#). Se trata de pequeñas figuras que tienen los atributos sexuales muy desarrollados: pechos, glúteos, vientre, pubis. En cambio, otras partes del cuerpo como los brazos, piernas e incluso la cabeza no aparecen representadas o apenas están esbozadas. En muchas ocasiones, estas figurillas se han considerado como imágenes divinizadas de la fertilidad, o bien, representando los ideales estéticos de su tiempo. Fuera cual fuere su significado, al igual que sucede con el arte rupestre, escapa a nuestra comprensión ya que no debió ser único, adquiriendo diferentes sentidos a lo largo de su desarrollo.



Figura 6.4.7

**"Venus" de Willendorf (Austria)
elaborada en marfil de mamut.**

También se consideran arte mueble los relieves o impresiones sobre arcilla, que pueden ser simples marcas digitales o figuras tridimensionales, como los bisontes de Le Tuc d'Audoubert (Ariège, Francia), datados en 14.000 años.

Uno de los ejemplos más antiguos es la estatuilla de un mamut sobre marfil procedente de la cueva Vogelherd (Alemania), datada en torno a 32.000 años. El apogeo del arte mueble se alcanza en el Magdaleniense con una gran variedad de técnicas, soportes y temas. Los objetos procedentes de La Madelaine y Leugerie-Haute en Francia y de La Viña, Tito Bustillo o El Castillo en España corresponden a este periodo de apogeo.

En la Península Ibérica destaca el conjunto de la cueva del Parpalló (Valencia). Esta cueva, excavada por el Prof. L. Pericot, contiene unas 5.000 plaquetas de piedra pintadas y grabadas con representaciones de animales y signos. La cronología de estas plaquetas abarca desde hace 25.000 años hasta 11.000 años.

3.2.4 Simbolismo del arte rupestre

El arte rupestre y el arte mueble son dos aspectos de una misma realidad artística ejecutados por los mismos grupos humanos. Por lo tanto, aunque el simbolismo y la función de uno y otro puedan ser distintos, presentan una serie de coincidencias técnicas y estilísticas que permiten compararlos. De hecho, los paralelismos que existen han permitido la datación del arte rupestre a partir de la cronología de objetos muebles descubiertos en contextos estratigráficos.

Si bien las pinturas rupestres guardaban relación con algún sistema de creencias, es muy probable que nunca lleguemos a saber como era ese sistema y que significado tenían las pinturas, grabados, esculturas, estatuillas y abalorios de las sociedades de cromañones. Son signos y símbolos de los que hemos perdido el código que permite comprenderlas, porque es un lenguaje simbólico que se perdió cuando se perdieron sus autores. Un arte que había funcionado como sistema de comunicación durante milenios se extinguió después del Paleolítico. Lo que sí podemos afirmar es que los *Homo sapiens* fueron la única especie humana capaz de producir un mundo artístico tan complejo y lleno de significados.

3.2.5 El arte levantino y el final del Paleolítico

El arte rupestre desaparece con el final del **Paleolítico superior**, pero en la Península Ibérica podemos ver las pinturas que realizaron los humanos en una época posterior. El arte levantino no se encuentra en las profundidades de las cuevas sino a cielo abierto. Las imágenes principales que aparecen en el arte levantino son las figuras estilizadas de mujeres y hombres; y son frecuentes las escenas de caza, las danzas y otras actividades de tipo cotidiano.

La cronología del arte levantino es un problema muy largamente discutido. Hoy en día, no hay duda de que pertenecen a un periodo posterior al Paleolítico y post**Pleistoceno** y se ha abandonado la idea de que tenían cronología Paleolítica. Los grupos de animales que aparecen representados son principalmente de caza: ciervos, uros, cabras salvajes... Pero no sabemos si este arte correspondía con el esplendor de las últimas sociedades cazadoras; o correspondían a grupos marginales de cazadores; o bien, eran las representaciones artísticas de grupos de economía neolítica, pero en las que la caza tenía un significado simbólico.

Podemos encontrar muestras de arte levantino repartidos por toda el área mediterránea de nuestra Península, desde los Pirineos hasta Almería. Merecen destacarse los conjuntos de La Valltorta (Castellón), Ulldecona (Tarragona), Albarracín (Teruel), Cocentaina (Alicante), etc.

Estas representaciones artísticas fueron evolucionando con el tiempo y se fueron haciendo más abstractas, perdiendo naturalismo y esquematizándose. En algunos casos, en los mismos abrigos, junto a las pinturas levantinas, aparecen un tipo de figuras geométricas junto a figuras humanas con cabezas redondas y brazos en altos, que se engloban dentro del tipo de pintura macroesquemática.

Para algunos autores son el testimonio del encuentro o probablemente del enfrentamiento entre la antigua cultura cazadora, en ese momento agonizante y la nueva cultura agropastoril en fase de expansión.

4. Actividades

Actividad 1

La mejor actividad a desarrollar, tanto por profesores como alumnos, es intentar de forma práctica elaborar industria lítica. Para obtener materia prima lo mejor es obtenerla del lecho de algún río que contenga cantos rodados, o de algún afloramiento de sílex, como los hay frecuentemente en los alrededores de Madrid, en especial al sudeste.

5. Autoevaluación

1) ¿En qué yacimiento se encuentra la asociación más antigua de un fósil humano con industria lítica?

- a) Hadar
- b) Gona
- c) Olduvai

2) ¿Qué antigüedad tienen los primeros utensilios líticos?

- a) 1,6 millones de años.
- b) 2,5 millones de años.
- c) 3 millones de años.

3) ¿Cuándo aparece el Achelense?

- a) Hace 1,6 millones de años
- b) Hace 1,2 millones de años
- c) Hace 2 millones de años

4) Relaciona cada una de estos complejos de industria lítica con el Modo Técnico al que pertenecen:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) Modo Técnico 1 | A) Musteriense |
| 2) Modo Técnico 2 | B) Auriñaciense |
| 3) Modo Técnico 3 | C) Achelense |
| 4) Modo Técnico 4 | D) Magdaleniense |
| | E) Olduvayense |
| | F) Solutrense |

5) ¿Qué antigüedad tienen las primeras manifestaciones de arte rupestre?

- a) 40.000 años
- b) 30.000 años
- c) 10.000 años

6) ¿Cuál es la distribución geográfica del arte mueble?

- a) Alrededor del mar mediterráneo
- b) Toda Europa
- c) Sudoeste de Francia y cordillera cantábrica

7) ¿Qué cronología tiene el arte levantino?

- a) Finales del Paleolítico superior
- b) Neolíticos
- c) Epipaleolíticos

8) ¿Qué tipo de talla caracteriza el Musteriense?

- a) Talla laminar
- b) Talla Levallois
- c) Talla por percusión indirecta
- d) Talla por presión

9) ¿Qué Modo técnico tienen las industrias más antiguas de Europa?

- a) Achelense
- b) Modo 1
- c) Olduvayense
- d) Modo 2

10) ¿Qué grupos humanos elaboraron industrias musterienses?

- a) Los neandertales
- b) Los hombres de Cromañón
- c) Los dos anteriores

11) ¿A qué periodo de industria lítica pertenecen las pinturas de Altamira?

- a) Solutrense
- b) Magdaleniense
- c) Gravetiense

12) ¿Qué yacimiento español contiene mayor cantidad de objetos de arte mueble?

- a) Tito Bustillo
- b) Altamira
- c) El Parpalló
- d) Cova Negra

13) ¿Cuál es la técnica más utilizada en el arte rupestre?

- a) La pintura
- b) La escultura
- c) Ambas

14) ¿Cuándo se inicia el periodo Epipaleolítico o Mesolítico?

- a) Al final del Pleistoceno
- b) Después del Solutrense
- c) Hace 7.000 años
- d) Ninguno de los anteriores

15) El arte rupestre de la Península se encuentra distribuido:

- a) Por la cordillera cantábrica
- b) En la mitad norte peninsular
- c) Por toda la Península
- d) Por la zona mediterránea

6. Soluciones

1) **¿En qué yacimiento se encuentra la asociación más antigua de un fósil humano con industria lítica?**

a) Hadar

2) **¿Qué antigüedad tienen los primeros utensilios líticos?**

b) 2,5 millones de años.

3) **¿Cuándo aparece el Achelense?**

a) Hace 1,6 millones de años

4) **Relaciona cada una de estos complejos de industria lítica con el Modo Técnico al que pertenecen:**

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) Modo Técnico 1 | A) Musteriense |
| 2) Modo Técnico 2 | B) Auriñaciense |
| 3) Modo Técnico 3 | C) Achelense |
| 4) Modo Técnico 4 | D) Magdaleniense |
| | E) Olduvayense |
| | F) Solutrense |

Solución: 1E, 2C, 3A, 4B, 4D, 4F

5) **¿Qué antigüedad tienen las primeras manifestaciones de arte rupestre?**

b) 30.000 años

6) **¿Cuál es la distribución geográfica del arte mueble?**

a) Toda Europa

7) **¿Qué cronología tiene el arte levantino?**

b) Epipaleolíticos

8) **¿Qué tipo de talla caracteriza el Musteriense?**

c) Talla Levallois

9) **¿Qué Modo técnico tienen las industrias más antiguas de Europa?**

a) Modo 1

b) Olduvayense

10) **¿Qué grupos humanos elaboraron industrias musterienenses?**

a) Los dos anteriores

11) **¿A qué periodo de industria lítica pertenecen las pinturas de Altamira?**

a) Magdaleniense

12) ¿Qué yacimiento español contiene mayor cantidad de objetos de arte mueble?

a) El Parpalló

13) ¿Cuál es la técnica más utilizada en el arte rupestre?

a) La pintura

14) ¿Cuándo se inicia el periodo Epipaleolítico o Mesolítico?

a) Al final del Pleistoceno

15) El arte rupestre de la Península se encuentra distribuido:

a) Por toda la Península

Módulo 7, Recapitulación



Homo antecessor, Sierra de Atapuerca



Índice

Resumen del tema

Las claves de la evolución humana

1. El comienzo
2. Un desafío ecológico
3. Fuera de África
4. El origen de la mente humana

Resumen

A lo largo de los temas de este curso se han presentado los datos más relevantes en relación con la cuestión del origen del hombre. A partir de los testimonios fósiles y de la información de que se dispone sobre los cambios en los climas y en la superficie de la Tierra, es posible elaborar muchas historias distintas de la evolución humana. Estas narraciones, basadas en datos reales y en hipótesis científicas, se denominan técnicamente "escenarios" (una traducción del *scenario* inglés: guión o argumento). Como tales, los escenarios no pueden contrastarse directamente con los hechos, pero sí las hipótesis sobre los que los escenarios se sustentan. Veamos, a modo de ejemplo, uno de esos escenarios, el que relaciona la extinción de los neandertales con un empeoramiento del clima y la consecuente desaparición de los ecosistemas mediterráneos. Si las futuras investigaciones demostrasen que tal cambio climático no tuvo lugar en el momento preciso en el que desaparecen del registro los neandertales, entonces habría que rechazar tal escenario.

En definitiva, de lo que se trata en este curso es ni más ni menos que de llevar el debate sobre la evolución humana al terreno científico y alejarlo del campo de la especulación sin base. En lo que sigue se presenta el escenario de la evolución humana que se considera hoy más compatible con los datos disponibles. Algunos de sus aspectos cambiarán sin duda en el futuro, refutados por los nuevos hallazgos, pero es probable que no varíe mucho la esencia del relato.

Lecturas recomendadas

Mithen, S. Arqueología de la mente, Crítica, Barcelona, 1998.

Noble, W. y Davidson, I. Human Evolution, Language and Mind, Cambridge University Press, Oxford, 1996.

Tattersall, I., Delson, E., y Van Couvering, J. Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory, Garland, Nueva York, 1988.

Las claves de la evolución humana

1. El comienzo

En los últimos años se ha multiplicado espectacularmente el número de nuestros antepasados. Cada poco tiempo se da la noticia del descubrimiento de un nuevo fósil que modifica sustancialmente lo que se sabía sobre los orígenes humanos. Para complicar las cosas, los paleontólogos relacionan entre sí todas estas **especies** por medio de complicados árboles genealógicos, sobre los que ni siquiera se ponen de acuerdo. Las cosas eran antes mucho más sencillas, y las pocas especies fósiles conocidas se recitaban una detrás de otra en una corta lista. Los esquemas evolutivos nos las representaban ordenadas en fila, sucediéndose a lo largo del tiempo hasta la llegada del *Homo sapiens*.

La verdad es que la simplicidad de los antiguos manuales sólo reflejaba nuestra ignorancia, la casi completa ausencia de registro fósil. También influían ciertos prejuicios que llevaban a algunos a interpretar la evolución en general como un proceso orientado hacia su culminación en el ser humano. Ahora que tenemos más datos, y tal vez menos prejuicios, nos damos cuenta de que la evolución humana no es diferente de la de los otros tipos de animales, y que más que a una línea recta se parece a un arbusto muy enmarañado. La confusión aparente es un dato real: no ha habido *una única evolución*, sino *muchas evoluciones*.

Pero incluso los arbustos más ramificados tienen una raíz común y un tronco, aunque sea corto, en la base. Hasta hace muy poco no teníamos apenas documentación fósil de los momentos iniciales de la andadura humana, pero en estos últimos años se están descubriendo fósiles de **homínidos** de hace 4'4 millones de años (m.a.) en el curso medio del río Awash, en el País de los Afar (Etiopía). Se trata de un puñado de restos sólo publicado en parte, y para el que se ha creado un nuevo **género** y especie: *Ardipithecus ramidus*. Lo que ha sido dado a conocer de estos fósiles es que se trata de formas muy primitivas que habitaban una selva húmeda.



**Fragmento de mandíbula infantil de
*Ardipithecus ramidus***

A esta última conclusión se llega, en primer lugar, por el tipo de mamíferos, de vida ligada al bosque tropical, con el que aparecen los **homínidos** fósiles, como pueden ser los monos colobos o los antílopes ramoneadores del grupo de los tragelafinos, al que pertenecen los actuales kudus, nyalas y sitatungas. En segundo lugar, en el *Ardipithecus ramidus* las muelas muestran un **esmalte** fino como el de los chimpancés, que se alimentan de frutos, hojas verdes, tallos tiernos, brotes y otros productos vegetales blandos.

Así pues, sabemos que los primeros antepasados del hombre eran unos primates que ocupaban un nicho ecológico no muy diferente al de los chimpancés. A partir de algunos aspectos de la base del cráneo en restos bastante fragmentarios, se ha sugerido que eran **bípedos** y caminaban como nosotros, pero todavía no se han publicado los resultados definitivos de los estudios que se están llevando a cabo con los numerosos huesos del esqueleto postcraneal (de cuello para abajo) que han sido recuperados.

El descubrimiento de esta **especie** tan primitiva de homínido nos sitúa realmente muy cerca de nuestro origen evolutivo. Desde el punto de vista de la clasificación de los primates vivos, nos agrupamos junto con las dos especies de chimpancés (el común y el bonobo) y los gorilas. Por su semejanza morfológica y genética estas cuatro especies forman un único grupo (un **clado**) de origen africano. Esto quiere decir que hace algún tiempo, no mucho más de 5 millones de años, existió una especie africana de la que procedemos nosotros, por un lado, y los chimpancés (que se escindieron luego a su vez) por otro lado. Los antepasados de los gorilas se diferenciaron un poco antes, también en África, como línea evolutiva propia, y bastante antes (13 o 14 m.a.) lo hicieron los ancestros de los orangutanes en Eurasia, y aún hace más tiempo los de los gibones.

En paralelo casi con los descubrimientos de Etiopía, se han encontrado a un lado y otro del lago Turkana (Kenia) fósiles de una especie de homínido que vivió allí entre hace 4,2 m.a. y hace 3,9 m.a., y que ha sido bautizada como *Australopithecus anamensis*. Esta vez se trata de unos **homínidos** también muy primitivos pero que presentan molares más anchos y con **esmaltes** gruesos, lo que es indicativo de que tenían que masticar vegetales más consistentes que las tiernas frutas, brotes y hojas que formaban el sustento de su antepasado el *Ardipithecus ramidus*. Los alimentos vegetales duros o abrasivos, como los órganos vegetales de almacenamiento subterráneo o los granos, se encuentran en ambientes secos, por lo que cabe pensar que el *Australopithecus anamensis* ocupaba un hábitat de bosque más aclarado que la selva lluviosa en la que vivía el *Ardipithecus ramidus*. Además, la asociación de fósiles de la que forman parte sugiere un ambiente forestal abierto, o, una sabana más o menos arbolada y con cursos de agua. Se ha encontrado, entre otros restos, una tibia que mueve a sus descubridores a afirmar que estos **homínidos** eran ya **bípedos**.

El siguiente millón de años (entre hace 4 m.a. y hace 3 m.a. en números redondos) corresponde sobre todo a una **especie** también esteafricana (encontrada en Etiopía y Tanzania), denominada *Australopithecus afarensis*. De esta especie se tiene un registro fósil razonablemente completo, que incluye, entre otras muchas piezas, gran parte del esqueleto de una hembra adulta, mundialmente conocida por el apodo de Lucy. Su postura era perfectamente bípeda, como se infiere del esqueleto de este ejemplar y de otros fósiles. Pero es que además de huesos tenemos el asombroso conjunto de huellas que dejaron tres individuos, hace tres millones y medio de años, al caminar por la llanura de Laetoli (Tanzania), no lejos del famoso parque nacional del Serengeti. En Laetoli también se han encontrado fósiles de *Australopithecus afarensis*, lo que permite identificar a estos **homínidos** como los productores de los rastros. Por último, en 1992 se encontró en Etiopía la guinda que le faltaba a la colección de fósiles de *Australopithecus afarensis*: un cráneo completo.



Figura 7.1.1 Esqueleto femenino de *Australopithecus afarensis* de Hadar ("Lucy")

Lucy es un buen ejemplo de una hembra de su especie. De muy pequeña estatura (en torno a 105 cm y 27 kg de peso), la cabeza de Lucy tendría un aspecto superficialmente parecido a la de un chimpancé, y aunque caminaba erguida, sus piernas eran cortas comparadas con los brazos. Los machos eran sustancialmente más grandes, con 135 cm de altura y 45 kg de peso en promedio.

Se ha encontrado recientemente en el Chad un maxilar y una mandíbula de homínidos de la misma época que el *Australopithecus afarensis*; con estos fósiles se ha creado la especie *Australopithecus bahrelghazali*.

Finalmente, en un yacimiento sudafricano, la cueva de Sterkfontein, se ha descubierto un esqueleto, todavía en fase de extracción de la roca, que se fecha en más de tres millones de años. Podría ser tan antiguo como Lucy o tal vez incluso más.

Los fósiles de *Ardipithecus ramidus* y de *Australopithecus anamensis* se han obtenido en el este de África, en capas muy antiguas, y por lo tanto muy profundas, que afloran a lo largo del Rift Valley; es ésta una enorme fractura de la corteza terrestre que se extiende desde Mozambique, a través de Malawi, por la región de los Grandes Lagos, el País de los Afar en Etiopía, el Mar Rojo y llega hasta el Mar Muerto, entre Israel y Jordania.

La distribución geográfica de los primerísimos fósiles de **homínidos** hace pensar en un origen esteafricano de nuestro linaje, lo que Yves Coppens, del Collège de France en París, denomina la "East Side Story". La gran fractura de escala continental que constituye el Rift Valley habría separado los ecosistemas orientales, con ambientes más secos y habitados por **homínidos**, de los ecosistemas occidentales, más húmedos y poblados por los antepasados de los chimpancés y gorilas. Es posible que así fuera, pero en todo caso la expansión de los **homínidos** fuera del este de África no se hizo esperar, porque los fósiles del Chad y los de Sudáfrica nos indican que hace más de tres millones de años ya había **homínidos** al este, al norte y al sur del cinturón de bosque tropical de África.

Los rasgos distintivos de nuestra especie son un cerebro muy desarrollado en volumen, una capacidad única para fabricar instrumentos variados en muy diversos materiales, un lenguaje articulado, una infancia prolongada, que supone un largo período de aprendizaje, y un caminar **bípedo**. Las características de gran volumen cerebral, crecimiento lento y capacidad para utilizar o adaptar objetos naturales como instrumentos, también se encuentran en nuestros más próximos parientes los chimpancés, gorilas y orangutanes. Por supuesto que en un grado muy inferior de desarrollo, pero comparativamente mayor que en los demás animales. Estos rasgos, más la capacidad para el lenguaje, pueden agruparse bajo la etiqueta de algo que entendemos intuitivamente, pero es imposible de definir o medir, y llamamos inteligencia o psiquismo. La locomoción es otra cosa, y desde Darwin la ciencia se pregunta si la expansión del psiquismo precedió a la postura erguida, si fue al revés, o si ambas características evolucionaron a la vez. Qué es lo mismo que preguntarse cuál fue el impulso inicial de nuestra historia evolutiva, o, en otras palabras, qué nos hizo humanos.

La respuesta la encontramos en el *Australopithecus afarensis*, que es un homínido muy antiguo que, sin embargo, conocemos razonablemente bien. Esta **especie** era bípeda, pero por lo que sabemos, ni su tamaño cerebral, ni sus capacidades para transmitir información por medio de sonidos, ni sus instrumentos, irían mucho más allá de lo que se encuentra hoy en día entre los chimpancés. Aún habría de transcurrir mucho tiempo hasta que encontremos todas nuestras señas de identidad reunidas, aunque algunas todavía incompletas, en el *Homo ergaster*.

2. Un desafío ecológico

En el siguiente millón de años (entre hace 3 m.a. y hace 2 m.a.) tenemos varias **especies de homínidos**. La primera es el *Australopithecus africanus*, que se encuentra en tres cuevas africanas (Makapansgat, Sterkfontein y Taung) en depósitos datados entre hace unos 3 m.a. y hace algo menos de 2,5 millones de años.



Figura 7.1.2 *Australopithecus africanus* de Sterkfontein (Sts 5).

Hace unos dos millones y medio de años en el clima del planeta se acusa una tendencia, que venía de más atrás, hacia una menor humedad y más frío. En las tierras africanas pobladas por los **homínidos**, este cambio climático se tradujo en una expansión de las sabanas y una reducción de los bosques. En ese preciso momento aparecen dos tipos de **homínidos** que se adaptan a los nuevos ambientes, cada vez más secos y abiertos, con menos árboles y más pasto.

Unos son los parántropos, que desarrollaron un impresionante aparato masticador, con grandes muelas para procesar alimentos vegetales duros y abrasivos, que precisan ser preparados intensamente en la boca antes de ser digeridos. La primera **especie** de esta línea es esta africana (*Paranthropus aethiopicus*) y vivió hace 2,5 m.a. Especies descendientes y con una especialización todavía más exagerada habitaron Sudáfrica (*Paranthropus robustus*) y el este de África (*Paranthropus boisei*) antes de extinguirse no hace mucho más de un millón de años.



Figura 7.1.3 *Paranthropus robustus* de Swartkrans (SK 847).

El otro tipo de homínido que aparece con los parántropos en este momento de cambio climático, es el de los humanos. Con él se produce un aumento del cerebro y de la inteligencia, y se generaliza y perfecciona la talla de la piedra para la confección de instrumentos. Las primeras herramientas de piedra, muy toscas, tienen 2,5 m.a. y proceden del territorio Afar en Etiopía. No se ha encontrado ningún homínido fósil asociado a ellas, pero en un yacimiento no muy alejado han aparecido restos de una nueva especie de homínido de edad similar, bautizado en 1999 como *Australopithecus garhi*. Es posible que este homínido, aunque todavía un [australopiteco](#) (con cerebro pequeño y grandes muelas), fuera el primer tallador de la piedra, ya que han aparecido cerca huesos de herbívoros con señales de haber sido descarnados y fracturados para obtener el tuétano.

También en el país de los Afar se ha encontrado el más antiguo fósil del [género Homo](#) (fechado en 2,3 m.a.), consistente en un paladar que porta muelas pequeñas. Este resto no es lo suficientemente completo como para asignarlo a una especie concreta, pero parece relacionado con el *Homo habilis*, cuyos fósiles se encuentran con cierta abundancia en yacimientos de Tanzania y Kenia datados en torno a los 1,8 m.a. El *Homo habilis* muestra una modesta expansión cerebral respecto de los australopitecos, pero su esqueleto postcraneal (la forma de su cuerpo en definitiva) no parece haber cambiado: seguían siendo pequeños y con piernas cortas. Por otro lado, el tipo de utensilios [líticos](#) que fabricaron nunca fue muy elaborado.



Figura 7.1.4 *Homo habilis* de Olduvai (OH 24).

3. Fuera de África

En cambio, el *Homo ergaster*, encontrado desde hace 1,8 m.a. en yacimientos del este y sur de África, alcanzó un grado de desarrollo cerebral y complejidad social y tecnológica que le hacía capaz de un comportamiento flexible y adaptable a nuevos recursos y circunstancias, a nuevos desafíos ecológicos. Su imagen era radicalmente diferente de la de los *australopitecos*. Altos, el aspecto de su cabeza se asemejaba mucho más al nuestro.



Figura 7.1.5 *Homo ergaster*
(KNM-ER 3733).

Hace 1,6 m.a. estos *homínidos* entraron en una nueva era tecnológica al fabricar los primeros bifaces, unos instrumentos altamente estandarizados. Fueron también *homínidos* de este tipo quienes salieron por primera vez de África, y a partir de ese momento la evolución de nuestro grupo se desarrolla a todo lo largo del Viejo Mundo. Así, en Extremo Oriente y Java, a donde llegaron hace más de 1 m.a., quizás incluso más de 1,5 m.a., dieron lugar a una *especie* propia, *Homo erectus*.



Figura 7.1.6 *Homo erectus*. Cráneo II de Zhoukoudian

Una mandíbula y dos cráneos descubiertos recientemente en Dmanisi, Georgia, muestran que existían poblaciones humanas en el Caúcaso, a las puertas de Europa, hace más de un millón de años, probablemente hace algo más de 1,5 m.a. El poblamiento del continente europeo se remonta al menos a hace 800.000 años, como lo demuestran los fósiles humanos recuperados en los años 1994 y 1995 en el yacimiento de la Gran Dolina, en la Sierra de Atapuerca, Burgos. Para ellos se ha creado un nuevo nombre científico, *Homo antecesor*. Todavía hay pocos restos de esta especie, porque se obtuvieron en un sondeo de tan sólo unos ocho metros cuadrados, pero corresponden al menos a seis individuos diferentes, por lo que puede anticiparse que los hallazgos serán muy importantes cuando la excavación que se realiza en los niveles más altos del yacimiento, con una extensión de casi cien metros cuadrados, alcance dentro de algunos años el profundo nivel en el que se encuentran los fósiles humanos. Por otro lado, se ha podido establecer la razón por la que los huesos humanos se encuentran en la cueva: fueron comidos por otros humanos, en lo que representa el más antiguo caso de antropofagia conocido.



Figura 7.1.7 *Homo antecessor* de la Gran Dolina (Sierra de Atapuerca).

La Sierra de Atapuerca contiene un espectacular conjunto de yacimientos que cubren la mayor parte del último millón largo de años, y que están siendo investigados por un equipo multidisciplinar español. Después del primer poblamiento europeo, tuvo lugar en nuestro continente una evolución en condiciones de aislamiento geográfico durante cientos de miles de años. Otro yacimiento de la Sierra de Atapuerca, conocido como la Sima de los Huesos, encierra un tesoro de valor incalculable: los esqueletos completos de al menos 32 humanos de hace 300.000 años. Gracias a ellos sabemos lo que ocurrió en Europa durante esos cientos de miles de años: el *Homo antecessor* se convirtió en el *Homo neanderthalensis*, el Hombre de Neandertal.



Figura 7.1.8 *Homo heidelbergensis* de Petralona (Grecia).

Los fósiles de la Sima de los Huesos son en general bastante arcaicos, pero ya muestran de forma incipiente algunas de las características de sus descendientes los neandertales. La muestra de la Sima de los Huesos está proporcionando información importantísima acerca de muchos aspectos de la biología de las poblaciones humanas antiguas, que incluyen el desarrollo, el **dimorfismo** sexual, las enfermedades, etc., y quién sabe si algún día no se obtendrá también ADN fósil. La acumulación de los cadáveres en la Sima de los Huesos parece obra humana, y significaría la más antigua práctica funeraria conocida, el primer indicio de un comportamiento simbólico.



Figura 7.1.9 Cráneo 5 de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca).

Los neandertales como tales se reconocen, con todos o la mayoría de sus rasgos, en fósiles de hace 128.000 años. En su época de apogeo, entre hace 80.000 y 50.000 años, llegaron a extenderse por toda Europa, Asia central y Oriente Próximo. Pero pocos miles de años después los neandertales fueron reemplazados en todas partes por un nuevo tipo humano: nosotros, el *Homo sapiens*. De dónde procedía nuestra especie está aún por conocerse con exactitud, pero los primeros fósiles de *Homo sapiens* se localizan en Israel hace cerca de 100.000 años, y algo antes en África. Estos primeros fósiles modernos pueden relacionarse evolutivamente con formas africanas aún más antiguas. Así pues, la información paleontológica, todavía escasa, parece apuntar de nuevo hacia el continente africano, como, por otro lado, confirman los estudios moleculares, que también indican un origen africano común (con menos de 200.000 años de antigüedad) para todos los pueblos de la Tierra.



Figura 7.1.10 Neandertal de Gibraltar.

En síntesis, hace 300.000 años, en la época de los fósiles de la Sima de los Huesos, había tres líneas evolutivas claramente diferentes en el Viejo Mundo. Una era la europea, que terminaría dando lugar a los neandertales. Otra era la del Oriente Lejano, con formas evolucionadas de *Homo erectus*. En África había por entonces poblaciones que se pueden considerar pre-modernas. De ellas procedemos nosotros, los miembros de la **especie** *Homo sapiens*.



Figura 7.1.11 *Homo sapiens* de Qafzeh (Israel).

Hace unos 40.000 años los humanos modernos ya habían llegado hasta la Península Ibérica; Australia había sido colonizada aún antes, tal vez hace 60.000 años. Hace 25.000 años las otras **especies** humanas (neandertales y *Homo erectus*) habían desaparecido para siempre de la faz de la Tierra. Desde entonces estamos solos. Pero hubo antes en Europa un fascinante período de coexistencia entre neandertales y hombres de Cro-Magnon (nuestros antepasados). Nos gustaría conocer mejor cómo se desarrolló esta pugna entre unos y otros y, sobre todo, qué nos hizo a nosotros vencedores. Porque lo que nos otorgó la victoria es lo que nos hace distintos de cualquier otra especie, incluso de cualquier otra especie humana.

4. El origen de la mente humana

A estas alturas del milenio todavía es muy poco lo que sabemos acerca de nuestra propia mente; no parece que la Ciencia haya llegado mucho más lejos que la Filosofía en este terreno. Mientras que para las eternas preguntas filosóficas de quiénes somos y de dónde venimos la Ciencia ha encontrado respuestas convincentes en la teoría de la evolución biológica, el origen de la mente humana aún permanece inexplicable. Somos unos primates muy próximos a los chimpancés, de los que nos separa poco más del uno por ciento de nuestros genes, y venimos, ellos y nosotros, de un antepasado común que vivió en África hace cinco o seis millones de años. La pregunta de hacia dónde vamos no tiene contestación, pero al menos hemos descubierto por qué: el guión de la evolución no está escrito, es decir, que no nos dirigimos hacia ningún lugar predeterminado; además, gracias al desarrollo que ha alcanzado la tecnología, el destino de la **especie** está en gran medida en nuestras propias manos.

Así las cosas, parece que en cierto modo se han visto defraudadas las esperanzas de entender la mente humana que albergaba Charles Darwin, formuladas en la primera edición (la de 1859) de su famoso libro "El origen de las especies"; allí puede leerse el siguiente pronóstico: "La Psicología encontrará una nueva base, la de la necesaria adquisición gradual de cada facultad y capacidad mental. Se arrojará luz sobre el origen del hombre y su historia" (en posteriores ediciones Darwin cambió "luz" por "muchísima luz"). Es probable que las diferencias cognitivas entre nosotros y los chimpancés no se deban en realidad a muchos más de 50 genes, y sin embargo, la mente humana continúa siendo el misterio de los misterios. ¿Tal vez jamás se llegará a saber cómo funciona? Algunos autores importantes así lo piensan. Sin embargo, si nuestra mente es un producto de la evolución, como el resto de nuestro ser, parece acertado buscar en nuestro pasado la explicación de lo que es más propio del hombre. Muchas veces el funcionamiento de las cosas se entiende mejor cuando se descubre cómo se han formado, y la mente no tendría por que ser una excepción.

Pero si Darwin creía de que el origen de la mente humana estaba en la evolución biológica, Alfred Russel Wallace no lo veía así. Wallace no era un creacionista cerril, un feroz enemigo de todo lo que Darwin representaba, sino el codescubridor, junto con el propio Darwin, de la teoría de la evolución por medio de la selección natural. A pesar de ello, Wallace pensaba que la mente humana estaba ahí porque la había puesto directamente Dios, creándola exclusivamente para el ser humano: un regalo divino, no un producto de la evolución orgánica. Ningún animal, por muy pariente cercano que fuera, podría tener ni siquiera un poco de mente/alma, ya que se trata de una cuestión de todo o nada: nosotros (los humanos) lo tenemos todo y ellos (los animales) no tienen nada. Ni Wallace ni Darwin conocían entonces cómo se había desarrollado la evolución humana, ni cuántas especies de **homínidos** habían existido desde que el destino del hombre se separó del destino del chimpancé, pero hoy Wallace pensaría, seguramente, que la única especie de homínido con alma ha sido la nuestra: ni los neandertales ni nuestros antepasados de especies fósiles la habrían recibido.

Las posturas de Darwin y de Wallace parecen irreconciliables, y en sentido estricto lo son, porque el segundo se sitúa fuera del terreno de la ciencia al aceptar una solución *sobrenatural* para el problema de la *naturaleza* de la mente humana y de su origen (siguiendo con el juego de palabras, la mente humana no sería, para Wallace, *natural*). Sin embargo, Ian Tattersall, un reconocido especialista mundial en teorías evolucionistas, cree encontrar en el campo de la teoría de sistemas un punto de encuentro entre los dos genios. Esta teoría predica que las propiedades de un sistema, definido como un conjunto de elementos interrelacionados, dependen en gran medida de cómo interactúen los diferentes elementos entre sí. Llevada al terreno de la mente humana, la teoría de sistemas diría que por más que los cerebros de los chimpancés y de los humanos se parezcan morfológica y estructuralmente (como no podían dejar de hacerlo dado el gran parentesco que existe entre las dos especies), sus propiedades son muy diferentes porque sus elementos constituyentes no están organizados del mismo modo. Así, ni un chimpancé ni tampoco un homínido fósil podrían considerarse nunca pequeños seres humanos, versiones imperfectas de nosotros mismos más o menos disminuidas en sus capacidades mentales, sino, por el contrario, algo completa y radicalmente diferente. El pensamiento humano nació, literalmente, cuando a algún antepasado nuestro (un Adán o una Eva) "se le cruzaron los cables" y aparecieron conexiones nuevas entre circuitos preexistentes. La teoría de sistemas es lo contrario del reduccionismo, que trata de explicar las propiedades de un sistema a partir de las de sus elementos; por eso la teoría de sistemas tiene tantos partidarios entre los biólogos que estudian organismos o comunidades (que a su vez forman parte de los *ecosistemas*), y tan pocos seguidores entre los biólogos moleculares.

Parece inverosímil, de todas formas, que haya un modo de reorganizar las partes del cerebro de un chimpancé para producir algo remotamente parecido a la mente humana, aunque sea en grado menor. Por eso, Ian Tattersall cree que los elementos de la mente de los [homínidos](#) que fueron nuestros antepasados (o al menos algunos de esos elementos) se desarrollaron independientemente antes de recombinarse para hacer posible el pensamiento. Para empezar, el cerebro en su conjunto creció espectacularmente en volumen (se multiplicó más de tres veces desde el primer homínido hasta nosotros), sin que por ello el instinto diera paso a la consciencia según Tattersall (que prefiere utilizar la expresión "capacidad humana" para referirse a nuestra inteligencia). También, y de forma independiente, apareció el instrumento fisiológico que permite producir el lenguaje articulado, aunque éste no surgiera aún porque al aparato fonador no le llegaban las órdenes necesarias desde el cerebro.

Por fijarnos en una forma humana fósil muy conocida, los neandertales tenían un promedio cerebral mayor que el nuestro, y probablemente ciertas facultades para producir los sonidos necesarios para articular alguna forma de lenguaje pero, según Tattersall, les faltaron las conexiones necesarias en el cerebro para pensar y hablar. Incluso nuestros antepasados directos y cercanos, los "protocromañones" que vivieron hace 100.000 años en Israel y eran físicamente casi como nosotros, carecían de nuestra "capacidad", porque aún las piezas del rompecabezas no habían encajado (o, si se prefiere, componían otro rompecabezas diferente). Cuando todos los volantes y ruedas de la maquinaria cerebral acertaron a engranarse correctamente, entonces el complicado reloj mental se puso en marcha. Y surgió, como un prodigio de la naturaleza, inesperado pero sin embargo viable, una nueva maravilla de la evolución. En realidad, para Tattersall sólo una maravilla más entre otras muchas, porque así es como él cree que han aparecido todas las grandes novedades biológicas: por evolución, desde luego, y, como decía Darwin, sin intervención divina, pero no paso a paso y de forma gradual, sino bruscamente y de una sola vez, o sea, tal y como lo imaginaba Wallace.

Dicho esto, Tattersall no parece capaz de establecer claramente cuáles son esos elementos cerebrales que interaccionan de forma diferente en el hombre y en el chimpancé, pero el arqueólogo Steven Mithen sí cree conocerlos. Para él, en la evolución de la mente humana hubo primero una etapa, similar a aquella en la que se encuentran los chimpancés actuales, en la que dominaba una "inteligencia general". En una fase posterior se desarrollaron una serie de "módulos mentales", que funcionaban como si fueran "órganos mentales" independientes y especializados en funciones diferentes: un "módulo de historia natural" (una especie de biología intuitiva) para relacionarse con los otros seres vivos, un "módulo social" (psicología intuitiva) para relacionarse con los otros miembros del mismo grupo, y un "módulo" para entender las propiedades físicas de los objetos (física intuitiva), que dio lugar a un "módulo para la tecnología de la piedra". En esta segunda fase los diferentes módulos (las diferentes "inteligencias") eran independientes entre sí, y no estaban comunicados. Steven Mithen piensa que el lenguaje surgió entonces como un instrumento al servicio exclusivamente de la comunicación social, y no transmitía ningún otro tipo de información. También cree que la consciencia de uno mismo (la autoconsciencia) apareció en ese dominio de las relaciones sociales, mientras que las demás actividades (no sociales), como por ejemplo tallar la piedra o cazar, serían automáticas. La mente humana moderna no se manifestó hasta que, en una tercera y última fase, se abrieron ventanas y puertas en los muros que mantenían aislados las diferentes "inteligencias". Así surgió, únicamente en nuestra especie, una "fluidez cognitiva" que ponía en comunicación la "inteligencia general" con las diferentes "inteligencias" especializadas.

Steven Mithen tiene una concepción modular de la mente humana que se opone a la idea de una mente homogénea que funciona como un todo. Aunque Ian Tattersall no se plantea tan claramente el tema de la arquitectura de la mente humana, la aplicación de la teoría de sistemas que realiza este autor exige también un modelo modular de la mente. No todos los autores coinciden en esta idea, sin embargo, ni tampoco los partidarios de la mente modular se ponen de acuerdo en cuáles sean los módulos fundamentales. El lingüista Noam Chomski cree que hay algo parecido a un "órgano mental para el lenguaje", con el que nacemos los humanos. A este módulo el psicolingüista Jerry Fodor añadiría los de psicología, física y biología, así como un módulo que nos hace percibir el mundo de una determinada forma. Así pues, Steven Mithen sigue en su planteamiento de partida, la mente modular, a autores prestigiosos, añadiendo de su cosecha un esquema evolutivo.

Y aquí surgen algunos problemas que ha señalado el propio Jerry Fodor en una reseña del libro de Steven Mithen. Uno es carácter general: no deja de ser chocante que en su evolución la mente pase de tener una estructura más bien uniforme a una de tipo modular (con "órganos mentales"), para luego desvanecerse parcialmente las barreras entre los módulos y volver a ser una mente homogénea (con "fluidez cognitiva"). Otro problema es que Mithen utiliza como modelo para su evolución filogenética el desarrollo ontogenético de la mente, cuando, según Jerry Fodor, el punto de partida en los niños pequeños es una mente modular y no una inteligencia general.

Está, además, el tema del lenguaje, de importancia capital para Steven Mithen, porque fue el lenguaje el agente que, en un momento determinado, traspasó los muros que separaban las diferentes "inteligencias" y las puso en comunicación. Sin embargo, ¿cómo podía el lenguaje transmitir información sólo de tipo especializado (social) cuando surgió al principio? Si adoptamos como definición de lenguaje, tal y como proponen William Noble y Iain Davidson, la de comunicación por medio de símbolos, no es fácil entender que los primeros [homínidos](#) sólo usaran símbolos para sus relaciones sociales; detrás de un símbolo hay siempre un concepto, una abstracción, y se hace difícil creer que pudieran elaborar la idea de hermano, padre, grupo, pareja o jefe, y no la de instrumento, fuego, bosque, presa o muerte.

Ni Steven Mithen ni Ian Tattersall son, después de todo, filósofos sino científicos, por lo que se les debe pedir que muestren en los registros fósil y arqueológico las pruebas de sus teorías. Según ambos autores, no se encontrará antes de la aparición de nuestra especie ningún indicio de conducta plenamente consciente, ni de comportamiento simbólico. Podemos aludir ahora a tres tipos de pruebas que han intervenido siempre en este debate. Uno es la industria lítica: ¿pueden tallarse hachas de mano perfectamente simétricas, y hasta de una gran estética, de manera inconsciente? Otra piedra de toque es el fuego: ¿es posible que los hombres prehistóricos que lo utilizaban, como por ejemplo los neandertales, no supieran lo que hacían?. La última prueba es la de los enterramientos: ¿han practicado otras [especies](#) humanas además de la nuestra ritos funerarios?

Cada uno puede sacar sus propias conclusiones de los datos disponibles en la actualidad, pero nuestra interpretación de los registros arqueológico y paleontológico es diametralmente opuesta a la de los autores reseñados. A la pregunta de si eran los neandertales, por ejemplo, unos animales gobernados por el instinto, sin reflexión ni tal vez sentimientos, contestaríamos que no y ellos que sí, y a la pregunta de si somos nosotros la única especie verdaderamente inteligente, la única especie humana en definitiva que ha existido, contestaríamos otra vez que no y ellos que sí.

Éstos son los debates que tienen lugar en la época en la que nos ha tocado vivir, debates que van mucho más allá de la morfología de las piedras y de los huesos, y de las circunstancias en las que se descubrieron.



¿FIN...?

Glosario

A

"A partir de África" ("Out of Africa"): Hipótesis que sostiene que los humanos modernos se originaron en África y posteriormente migraron al resto del viejo mundo. Se basa en las evidencias fósiles y genéticas.

Achelense: Tipo de Industria del **Modo Técnico 2** que se caracteriza por la presencia de bifaces y otros instrumentos de grandes formatos, como los hendedores. Se extiende desde hace 1,5 millones de años hasta hace 200.000-150.000 años.

Antropoide (-o): Literalmente, "como el hombre", miembro del Suborden Antropoidea de los Primates, que incluye a los monos, los antropomorfos, y al hombre.

Antropología: Ciencia que estudia al ser humano dentro de la escala zoológica y a sus tipos biológicos y culturales.

Antropomorfo: "Con forma de hombre". En esta obra, término utilizado para hablar de los grandes monos: el chimpancé, el gorila y el orangután.

Apomorfía: En cladística, carácter derivado o evolucionado.

Arborícola: Qué vive en los árboles.

Artefacto: Cualquier objeto usado, modificado o elaborado por los humanos.

Arvicolido: Roedores pertenecientes a la subfamilia Arvicolinae. La subdivisión bioestratigráfica de micromamíferos del Cuaternario está basada en la sucesión de Arvicolidos.

Australopiteco: Nombre común de homínido primitivo que vivió en el sur y este de África entre hace 4,2 y 2 millones de años. Incluye las especies *A. anamensis*, *A. afarensis*, *A. bahrelghazali*, *A. africanus* y *A. garhi*.

B

Bioestratigrafía: División del tiempo geológico en base a las faunas contenidas en un estrato (rocoso) determinado.

Bases: En bioquímica, los componentes nitrogenados de cada nucleótido, que da nombre a los diferentes tipos de nucleótido. En el ADN se agrupan por pares de nucleótidos: la adenina (A) con la guanina (G); y la citosina (C) con la timina (T).

Binomial (nomenclatura): Sistema de clasificación de los seres vivos establecido por Carlos Linneo que consiste en designar mediante dos términos en latín o latinizados a todos los organismos. El primero de los términos se escribe en mayúscula y designa al género, y ambos a la especie. Los nombres científicos (el nombre binomial) se escriben en cursiva o subrayados.

Biozonas: Subdivisiones bioestratigráficas de arvicólidos. En el Pleistoceno hay tres: Villaniense, Bihariense y Toringiense.

Bipedalismo: Mecanismo de locomoción sobre las dos extremidades posteriores.

Bipedestación: Sinónimo de bipedalismo.

Bípido: Qué anda sobre las dos extremidades posteriores .

Bosque galería: Vegetación abundante en las márgenes de los cursos fluviales.

Bruhnes: Cron del Pleistoceno medio de polaridad magnética normal.

C

Calota: Bóveda del cráneo que no conserva el basicráneo ni los huesos de la cara.

Calvaria: Cráneo sin el esqueleto de la cara. También llamado neurocráneo.

Citoplasma: El contenido de la célula dentro de la membrana celular, excepto el núcleo.

Cladística: Escuela sistemática creada por el entomólogo alemán W. Hennig. Se basa en el uso apomorfías para el establecimiento de sistemas de clados.

Clado: Conjunto de especies con antepasado común. También llamados grupos naturales.

Cladogénesis: En cladística, bifurcación o separación de dos linajes evolutivos.

Clase: Categoría taxonómica subordinada al Filo e inmediatamente superior al Orden. Los vertebrados se agrupan en la Clase Vertebrata.

Climatozonas: Relación de las diferentes asociaciones faunísticas de micromamíferos con las variaciones climáticas.

Convergencia: En biología, desarrollo en paralelo de una misma característica en dos organismos, que puede aparecer por azar o por adaptación a condiciones o función similares.

Cromer (=Cromeriense): periodo cronológico del Pleistoceno inferior y medio que engloba al menos cuatro momentos cálidos entre hace unos 800.000 y 450.000 años.

Cromosoma: La unidad de herencia que transporta la mayor parte de los genes. La especie humana tiene 23 pares de cromosomas homólogos. El par 23 determina el sexo, XX para los individuos femeninos, XY para los masculinos.

Cuaternario: Periodo geológico que engloba el Pleistoceno y el Holoceno.

"Cuello de Botella" (evolutivo): Se produce cuando el tamaño de una población disminuye mucho en un determinado momento, seguido de una expansión. Los cuellos de botella evolutivos disminuyen la variabilidad genética de la población resultante.

Curva de paleotemperaturas: Escala global de temperaturas de los últimos millones de años elaborada a partir de la proporción de isótopos del oxígeno extraídos al perforar los fondos oceánicos.

Cúspide (dental): Prominencia en la corona de un diente.

D

Datación radiométrica: Método de datación absoluta basado en la desintegración de los isótopos radiactivos. Incluye los métodos de Carbono-14, series de Uranio, Potasio-Argón, Resonancia de espín electrónico y otros.

Datación paleomagnética: Método de datación relativa basado en la polaridad magnética de los yacimientos.

Dentición postcanina: o dentición posterior, incluye a los premolares y molares

Dentición anterior: Incluye a los incisivos y caninos.

Deriva genética: Cambios genéticos que tienen lugar en una población como consecuencia de los efectos del azar y no de la selección natural.

Diáfisis: Parte central de los huesos largos de forma aproximadamente cilíndrica.

Diastema: Espacio hueco entre diferentes dientes. Los primeros homínidos se caracterizan por presentar un pequeño diastema entre el canino y el primer premolar inferior para alojar al canino superior.

Dimorfismo: Existencia de dos formas distintas (polimorfismo= muchas formas distintas). El término ***dimorfismo sexual*** se aplica para expresar las diferencias que existen entre la hembra y el macho de una misma especie.

Distal: Parte de un hueso largo que constituye el extremo más alejado del plano de simetría axial del tronco (cuerpo).

E

"East Side History": Hipótesis evolutiva propuesta por Y. Coppens para explicar el origen esteafricano de los homínidos.

Encefalización: Tamaño relativo del cerebro respecto al tamaño corporal.

Endocráneo: Superficie interna de los huesos del cráneo, que suele reproducir la morfología externa del encéfalo.

Epífisis: Extremos de los huesos largos que tienen centros de osificación propios.

Esmalte: Material blanco y muy duro que cubre la superficie externa de la corona de los dientes. Es la sustancia biológica más dura conocida.

Especie paleontológica: Conjunto de poblaciones de una misma línea evolutiva situados entre dos nodos de cladogénesis.

Especie: División taxonómica subordinada a Género y superior a Subespecie.

Estadio: Momento puntual muy frío (llamado también "pico frío" o de máximo glaciación), incluido dentro de una glaciación.

Estadio isotópico: fases frías y cálidas. Estas fases son los estados de los isótopos del oxígeno, que se suelen encontrar referidos como OIS.

Estepa: Bioma caracterizado por la abundancia de plantas herbáceas y carente de árboles.

Estratigrafía: En Geología, el estudio de la secuencia de rocas, sus características y su posición relativa. También se aplica al estudio de las capas o depósitos de un yacimiento arqueológico.

Evolución multirregional: Hipótesis evolutiva que sostiene la emergencia más o menos simultánea de los humanos modernos a partir de poblaciones arcaicas en todo el Viejo Mundo.

"Eva mitocondrial": Hipótesis que sostiene un origen de los humanos modernos en África y el posterior desplazamiento al resto del viejo mundo, que sustituyó totalmente a las poblaciones arcaicas preexistentes. Esta hipótesis se ha establecido a partir de evidencias genéticas de la humanidad actual.

Excentricidad: Grado de desviación de la órbita terrestre respecto a una circunferencia.

F

Familia: Categoría taxonómica subordinada a Orden e inmediatamente superior a Género.

Fenotipo: Características biológicas de un organismo.

Filogenia: Historia evolutiva de un grupo de organismos.

Flexión basicranial: Angulación de la base del cráneo relacionada principalmente con la postura erguida.

Flujo genético: Intercambio de genes entre poblaciones por migración o por difusión de los genes a lo largo de las generaciones.

Folívoro: Qué se alimenta principalmente de hojas.

Foramen magnum: El orificio situado en la base del cráneo a través del cual la médula espinal se conecta con el encéfalo.

Foraminíferos: Protozoos unicelulares que segregan una concha de carbonato. Se utilizan frecuentemente en bioestratigrafía y paleoecología.

Fórmula dental: Convención para describir de forma resumida la organización de los dientes en un individuo o grupo de individuos, donde se señala el número de piezas de cada tipo, en la dentición superior e inferior.

Fósil: cualquier resto o señal de actividad de los organismos del pasado.

G

Glaciaciones Alpinas: Secuencia de cuatro paquetes de sedimento (indicativas de periodos frios) identificadas por Penck y Brückner en 1909 en las laderas de pie de monte en los Alpes. Se denominan: Günz, Mindel, Riss y Würm.

Galeriense: Periodo sin valor cronoestratigráfico definido por su asociación de fauna. Se correlaciona con el Pleistoceno medio.

Género: División taxonómica por encima de la categoría de especie y por debajo de Familia.

Genoma: El conjunto completo de información genética de un organismo.

Genotipo: El conjunto de alelos en un determinado locus genético. También se utiliza para referirse a la completa constitución genética de un organismo.

Glaciación: Período de máximo frío del Cuaternario que se acompaña del avance de mantos de hielo.

H

Holoceno: Segunda época del periodo Cuaternario, desde hace 10.000 años hasta el presente.

Holotipo: Ejemplar tipo que define una categoría taxonómica.

Homínido: Miembro de la familia de Hominidae, que en esta obra, incluye a los géneros *Ardipithecus*, *Australopithecus*, *Paranthropus* y *Homo*.

Hominización: Proceso evolutivo que permite reconocer los cambios hacia una morfología semejante a la del género *Homo*.

Hominoideo: Primate miembro de la superfamilia Hominoidea, que incluye a los gibones, orangutanes, gorilas, chimpancés y humanos.

Homo: Género definido por Linneo, siendo su holotipo nuestra propia especie,

Homo sapiens. En esta obra, incluye, además de nuestra propia especie, *H. habilis*, *H. rudolfensis*, *H. ergaster*, *H. erectus*, *H. antecessor*, *H. heidelbergensis* y *H. neanderthalensis*.



Interstadial: Fase templada incluida dentro de una glaciación.

Interglacial: Período cálido entre dos glaciaciones caracterizado por una clara expansión de árboles termófilos.

Isótopo: Átomos con diferente número de neutrones pero mismo número de electrones y protones (es decir diferente masa atómica). Se conocen como los isótopos de un elemento.

Jaramillo: Subcron de polaridad magnética normal incluido dentro del cron Matuyama, de polaridad magnética inversa.

L

Lámina: Lasca de industria lítica de forma alargada y plana. Como mínimo su longitud es dos veces mayor que su anchura. Las industrias del Paleolítico superior se caracterizan por una gran proporción de instrumentos elaborados sobre láminas.

Levallois: Tipo de talla de instrumentos líticos que se caracteriza por la preparación previa del núcleo. Tiene su origen hace unos 300.000-200.000 años.

Lítico: Hecho de piedra.

Loess: Sedimentos depositados por el viento. Se localizan frecuentemente cubriendo las morrenas glaciares

M

Matuyama: Cron del Pleistoceno medio de polaridad magnética inversa.

Meiosis: División celular, que reduce el número de cromosomas a la mitad.

Mitocondrias: Orgánulos responsables del metabolismo aeróbico de la célula. Contienen su propio ADN que sólo se transmite por vía materna.

Modo Técnico 1: Veáse Olduvayense

Modo Técnico 2: Veáse [Achelense](#)

Modo Técnico 3: Veáse Paleolítico medio

Modo Técnico 4: Veáse Paleolítico superior

Monogamia: Sistema de apareamiento que sólo tienen una pareja durante la época del hielo.

Musteriense: Nombre que se aplica a la industria europea del Paleolítico medio o del Modo Técnico 3 que se caracteriza por lascas realizadas a partir de núcleos preparados (ver [Levallois](#)).

N

Neolítico: Período cultural humano que se asocia con la aparición de la agricultura, cerámica y ganadería. En algunas partes de Asia aparece hace unos 10.000 años.

Nodo de cladogénesis: En Cladística, punto de bifurcación evolutiva.

O

OIS: Del inglés "*oxygen isotope stage*", estadio isotópico del oxígeno. Mediante los OIS se elabora la curva de paleotemperaturas: aquellos con numeración par, son estadios fríos, mientras que los de número impar son estadios cálidos.

Olduvayense: Tipo de Industria lítica del **Modo Técnico 1**. Está constituida por instrumentos toscamente trabajados: lascas, núcleos, "chopper" y "chopping tools".

P

Paleoantropología: Estudio de los fósiles humanos. En sentido amplio, estudio de los primates fósiles.

Paleolítico Superior (Modo Técnico 4): Período cultural que empieza hace alrededor de 40.000 años y termina hace unos 10.000 años. En Europa se ha dividido en diferentes conjuntos de industrias líticas: chatelperroniense, auriñaciense, solutrense, gravetiense y magdalenense.

Paleolítico Medio (Modo Técnico 3): Período de la cultura humana entre hace 200.000 años y 40.000 años. Se caracteriza por el tipo de talla Levallois.

Paleolítico Inferior: Período de la cultura humana que se inicia con los primeros instrumentos de piedra, hace unos 2,5 millones de años, y finaliza hace unos 300.000-200.000 años. Incluye al **Oduvayense (Modo Técnico 1)** y al **Achelense (Modo Técnico 2)**.

Paleontología. Ciencia que estudia los seres vivos del pasado, su hábitat y las huellas de su actividad.

Parsimonia: Principio científico que prima el aceptar las hipótesis más simples sobre las más complejas. Se aplica a la elaboración de los árboles evolutivos prefiriendo aquellos que precisan el menor número de pasos evolutivos entre las especies.

Permafrost: Suelo permanentemente helado varios metros de profundidad.

Pleistoceno: La primera época del periodo Cuaternario. Se inicia hace 1,8 millones de años hasta hace 10.000 años. Se divide en Pleistoceno inferior (1.800.000-780.000 años), medio (780.000-128.000 años) y superior (128.000-10.000 años).

Plesiomorfía. En cladística, carácter primitivo o en estado primitivo.

Poligamia: Sistema de apareamiento en el que un individuo tiene más de una pareja durante la época de celo (Un macho con varias hembras se denomina poliginia, mientras que una hembra con varios machos, poliandria).

Postcráneo: El esqueleto entero con excepción del cráneo.

Precesión: Fluctuación astronómica que rige la interacción entre los efectos de la inclinación y la excentricidad de la órbita terrestre.

Primitivo, carácter: Un rasgo presente en el antepasado común de un grupo de especies (ver **Plesiomorfía**).

Prognatismo: Proyección de la cara hacia adelante.

Prognato. Con la cara (el morro) proyectado.

Prosimio. Suborden de Primates en la clasificación fenética del grupo, caracterizados por presentar muchos rasgos primitivos.

Proximal: Más cerca del tronco.

R

Reloj molecular: Medida del tiempo de la separación entre distintos linajes evolutivos utilizando la acumulación de diferencias genéticas o mutaciones.

Retromolar (Espacio): Hueco que queda entre el último molar y la rama mandibular. Este espacio es de mayor tamaño en los neandertales.

Rift Valley (África): Gran valle tectónico situado en el este de África que la recorre desde Mozambique hasta el norte de Etiopía. Es un área de especial interés en palontología humana. Varias especies de australopitecos, parántropo, homo y el homínido más antiguo, *Ardipithecus ramidus*, proceden de esta área.

S

Solifluxión: Deslizamiento de las capas superficiales de tierra en laderas con fuerte pendiente provocada por la acumulación de agua. Frecuente en ambientes periglaciares.

Suprainiaca (Fosa): Depresión en el hueso occipital situada por encima del torus occipital transversal y que caracteriza a los neandertales.

T

Tafonomía: Estudio de los procesos que afectan a los fósiles tras su enterramiento.

Taiga: Bosque boreal caracterizado por la abundancia de coníferas.

Taxón: Unidad de clasificación de los organismos (por ejemplo: especie, género, familia, orden).

Toba volcánica. Roca formada por la precipitación de materiales volcánicos.

Torus* o *toro: Reborde de hueso. Los más comunes son el torus supraorbitario (por encima de las órbitas) y el occipital.

Travertino: Roca sedimentaria formada en fuentes, surgencias y otros cursos de agua, por la precipitación del carbonato cálcico que llevan disuelto las aguas.

Tundra: Bioma periglacial carente de árboles.

V

Villafranchiense: Periodo sin valor cronoestratigráfico definido por su asociación de fauna. Se correlaciona con el Pleistoceno inferior y el principio del Cuaternario.