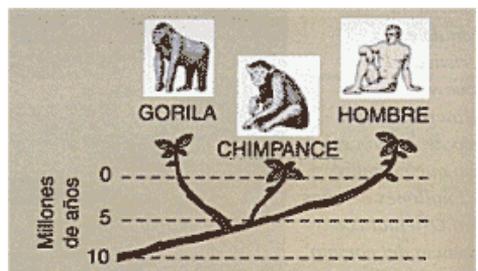


como una simple línea a lo largo de la cual una especie daba origen a la siguiente.

Este limitado conocimiento llevaba a considerar la evolución del hombre como una mera sucesión de especies pero no incluía explicaciones que dieran cuenta de las causas que determinaron dicha evolución. En los últimos años, con el desarrollo de nuevas áreas de estudio y el gran aumento de especialistas dedicados al tema, se ha alcanzado no solo un mejor conocimiento de las especies que forman el pasado evolutivo del hombre sino que, lo que es aún más importante y atractivo, se está empezando a comprender cómo se produjo la evolución del hombre. En particular, ahora se conocen las causas que produjeron la aparición de los homínidos (familia Hominidae en la cual está incluida el hombre) y cómo, luego, tuvo lugar la aparición del hombre (género Homo).

¿El hombre desciende del mono?

La frase afirmación *-el hombre desciende del mono-* es tomada por muchos como que el hombre tiene una filiación directa, esto es una relación de ancestro- descendiente, con alguna de las especies de monos existentes en la actualidad.



En particular, se cree que el hombre desciende del chimpancé. Esta idea, más común de lo que uno se puede imaginar, va acompañada en general por una representación en la cual la evolución del hombre aparece como una cadena en cuyo extremo izquierdo figura el chimpancé (el ancestro) y en el extremo derecho el hombre (el descendiente).

La posición correcta no es esta sino aquella que postula que el hombre desciende de un antepasado común con el mono (ver figura). En particular, se considera que el chimpancé y el gorila, denominados en conjunto grandes monos africanos, poseen un antepasado común con el hombre. Esto significa que durante un período de tiempo, la historia evolutiva del gorila y del chimpancé fue la misma que la del hombre. Esto terminó hace 6 millones de años cuando las historias evolutivas comienzan a divergir. Existen dudas acerca de cuáles de los grandes monos africanos inició primero una historia evolutiva propia. Lo más probable es que hace 6 millones de años la historia evolutiva del gorila haya seguido un camino propio, diferente a la historia evolutiva hombre-chimpancé. A su vez, la historia evolutiva del chimpancé habría comenzado a ser distinta de la del hombre hace 5 millones de años, momento en que habría vivido el ancestro común a estas dos especies.

Los homínidos y las tres etapas de su evolución

La especie humana es la única especie viviente del grupo de los homínidos. Bajo este nombre se agrupan también las especies fósiles (ya extinguidas) de hombres y el género *Australopithecus*. Para evitar referencias a causas finales (del tipo "esto sucedió para que...") se omitirán términos como "origen o evolución del hombre" y se llamará a este proceso hominización o evolución de los homínidos. Esta evolución ocupa tres grandes etapas sucesivas:

La primera se extiende desde hace 4,2 millones de años, cuando aparecen los primeros homínidos, hasta hace 2,8 millones de años. Los homínidos de esta etapa han sido hallados principalmente en África Oriental: Etiopía, Kenia y Tanzania, pero re-

cientemente también se han encontrado restos de ellos en África Central (Chad) y Meridional (República Sudafricana).

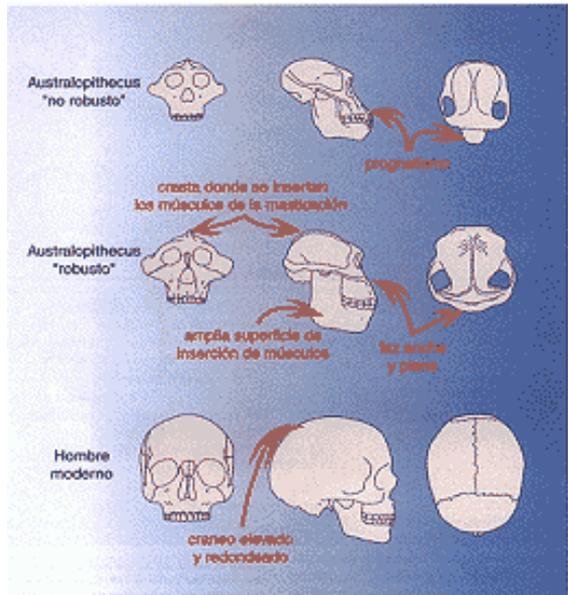


Huellas de pisadas halladas en Laetoli (Tanzania) producidas hace 3.6 millones de años por homínidos. Estas huellas, dejadas por dos individuos, son la prueba irrefutable de que los *Australopithecus* eran capaces de locomoción bípeda mucho antes de la aparición de los primeros hombres.

Los homínidos de este período se agrupan bajo el nombre de *Australopithecus*, es probable sin embargo que algunos de ellos estén estrechamente vinculados con el género *Homo*. De este período proviene *Lucy*, un esqueleto incompleto de un individuo que vivió hace un poco más de 3 millones de años en Hadar (Etiopía). Los homínidos de esta etapa se caracterizan por una baja capacidad craneana, no mayor a la de un chimpancé actual. Su cráneo se ubicaba detrás del rostro y, al igual que el chimpancé, presentaban un prognatismo acentuado (esto es, la mandíbula se proyecta por delante del resto de la cara). A diferencia del chimpancé, sus dientes caninos eran pequeños. Aunque la forma del cuerpo de estos homínidos indica que todavía conservaban una vida arborícola, lo más llamativo es que eran capaces de marchar sobre los miembros posteriores (bipedismo). Este hecho está demostrado por el espectacular descubrimiento realizado en 1979 en Laetoli (Tanzania) de pisadas fósiles provenientes de hace 3,6 millones de años.

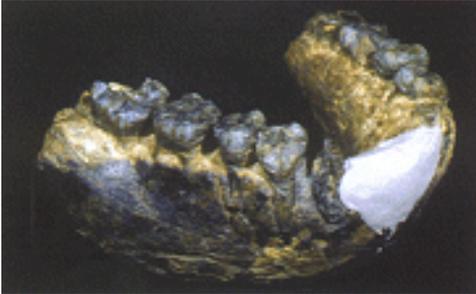
La segunda etapa de la evolución de los homínidos se extiende desde hace 2,8 hasta hace 1 millón de años. Comprende numerosas especies de homínidos cuyo cerebro es más voluminoso que el de las especies que les precedieron. Hasta hace poco, los Australopithecus de este periodo eran separados en "gráciles" y "robustos". Esta diferencia se basaba solamente en el desarrollo del aparato masticador y no, como se creyó durante mucho tiempo, en diferencias de peso o tamaño. Si bien las especies llamadas "robustas" son identificables como tales, los nuevos hallazgos realizados en África Oriental y Meridional han hecho perder sentido al término "grácil" para designar las especies no robustas de Australopithecus.

Los Australopithecus "robustos" han sido hallados en África Oriental y Meridional. Se caracterizan por una faz ancha con un aplanamiento anterior, una marcada reducción de los dientes anteriores (incisivos y caninos) y un gran desarrollo en tamaño de los dientes posteriores (premolares y molares) que muestran un esmalte dentario hiperespeso. Estas caracte-



Diferencias entre los cráneos de australopithecus "no robustos" y "robustos" comparados con el cráneo de un hombre moderno.

rísticas más una mandíbula robusta y la presencia de grandes crestas en los huesos del cráneo debidas a la inserción de potentes músculos, indican el desarrollo de un poderoso aparato de masticación (ver figura 3).



Son muy pocos, sólo tres, los restos datados en aproximadamente 2.5 millones de años atribuidos al género Homo. Uno de ellos es esta mandíbula procedente del sitio Uraha en Malawi. Su morfología recuerda la de especies de Homo de aparición posterior, por esta razón se la puede reconocer como representante de los primeros hombres.

Este se habría originado como adaptación a una alimentación herbívora y coriácea (esto es, de material duro y fibroso) lo que induce a pensar que los Australopithecus "robustos" vivían en un medio seco y abierto de tipo sabana.

Los Australopithecus "no robustos" se diferencian de los anteriores por la ausencia de todos los rasgos propios de una masticación poderosa. Presentan un cierto prognatismo, un cráneo redondeado con un foramen magnum (el orificio por donde pasa la médula espinal para conectarse con los otros componentes del sistema nervioso central de localización endocraneana) ubicado en la base del cráneo lo que es un indicio de la capacidad para la locomoción bípeda (ver figura 3). Sin embargo, varias características de estos Australopithecus recuerdan a las de los grandes monos, lo que induce a pensar que otro(s) tipo(s) de locomoción acompañaban al bipedismo. El régimen alimenticio debió haber sido de tipo frugívoro incluyendo también elementos coriáceos.

Los primeros representantes del género Homo provienen de esta etapa, y han sido datados como procedentes de hace 2,5 millones de años (ver figura 4). Se caracterizan por un cráneo más voluminoso que el de los Australopithecus ubicado por encima y no detrás del rostro. El prognatismo es menor que en el Australopithecus y los dientes, en particular los premolares, son más estrechos. Las características del cuerpo en relación al modo de locomoción no están bien definidas, ya que hay individuos cuyo bipedismo es casi idéntico al del hombre actual, mientras que otros reflejan una gran adaptación a la vida arborícola.

Durante este período, tiene una gran expansión geográfica el género Homo. En Asia (Indonesia), sus representantes más antiguos han sido datados en 1,9 millones de años y en la periferia asiática de Europa (Georgia), en 1,8 millones de años.

En esta etapa también hacen su aparición los primeros utensilios, datados en alrededor de 2,5 millones de años. No es posible atribuir con certeza estos utensilios a algún homínido en particular. Lo más probable es que todas las especies de homínidos, y no solo el hombre, los hayan usado, ya que la anatomía de la mano de los Australopithecus sugiere que estos eran capaces de efectuar una prensión fina y manipular objetos con delicadeza y precisión.

Los Australopithecus "no robustos" se extinguieron hace 1,8 millones de años y los últimos representantes de los Australopithecus "robustos" fueron hallados en depósitos de 1 millón de años de antigüedad.

En la tercera etapa, que se extiende desde hace un millón de años hasta el presente, los únicos homínidos representados son los hombres. Su capacidad craneana aumenta y su locomoción adquiere las características propias de la locomoción bípeda del hombre actual. Se asiste también a una gran diversidad cultural.

El hombre moderno (*Homo sapiens*) hizo su aparición en África hace alrededor de 200.000 años y desde allí en sucesivas oleadas se expandió hacia los otros continentes reemplazando a las especies más antiguas de *Homo*, las que se fueron extinguiendo.

La distinción entre el *Homo* y otros homínidos

La división en tres etapas que se esbozó arriba proporciona una visión muy simplificada de la evolución de los homínidos. Sin embargo, pone en evidencia que es necesario tener presente que las diferencias entre los homínidos no son cualitativas sino cuantitativas. Así, las especies del género *Homo* se diferencian de las especies de *Australopithecus* en el tamaño o grado de desarrollo de una serie de características morfológicas (ver fig.3).

Además, la evolución se produce en mosaico, esto significa que mientras algunas características cambian, otras permanecen estables. Por lo tanto, la separación entre lo que es y lo que no es *Homo* se vuelve arbitraria. Por este motivo, se prefiere hablar de tendencias y no de características para definir a las especies o a los grupos de especies.

La marcha bípeda se halla presente en todos los homínidos, aun en los más antiguos, mientras que está ausente en los otros grupos de primates (el orden de los Primates, incluye los prosimios o primates inferiores [como los lemures], los monos, los grandes simios sin cola [gorilas, chimpancés, orangutanes y gibones] y el hombre).

El aumento en la capacidad craneana es muy manifiesto desde los primeros hasta los últimos representantes evolutivos del género *Homo*. Puede afirmarse entonces que los homínidos se caracterizan por una tendencia al bipedismo y los hombres por una tendencia a la encefalización (aumento del tamaño del encéfalo, término que designa a las estructuras del sistema nervioso que se

ubican en el interior de cráneo). Por lo tanto, toda hipótesis que quiera dar una explicación sobre cómo se produjo la aparición de los homínidos y del hombre deberá explicar la aparición del bipedismo y de la encefalización.

¿Cómo se produjo la evolución de los homínidos?

Lograr una explicación sobre cómo han interactuado los diferentes mecanismos que participan en la evolución biológica para que ocurra la transformación de una especie en otra, no es nada sencillo. Se conoce que la dinámica básica de este proceso consiste en que ciertas mutaciones (esto es, cambios heredables en los genes) resultaron ventajosas en un momento determinado al aumentar la capacidad de sobrevivencia frente a ciertas condiciones del medio (presiones de selección). Determinar las condiciones de vida de los homínidos y las presiones de selección a las que fueron sometidos constituye el aspecto más atrapante de la paleoantropología porque este tipo de estudios requiere la síntesis de conocimientos de diversas disciplinas, tales como la climatología, la sedimentología, el paleomagnetismo, la ecología, la paleontología de vertebrados y de invertebrados, la paleobotánica, la antropología, la anatomía comparada, entre otras.

Sobre esta base se construye una representación del medio ambiente, de sus cambios y de la influencia que este tuvo sobre las especies. A esta representación se la llama escenario.

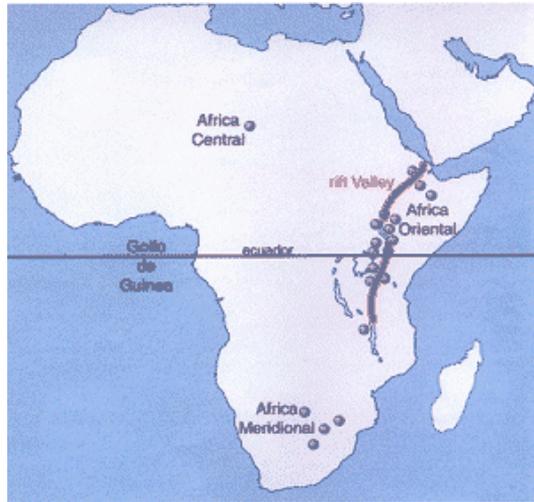
La evolución del clima y del medio así como las presiones de selección ejercidas sobre los prehomínidos y posteriormente sobre el precursor del hombre, permite reconstruir escenarios de cómo se produjo la aparición de los homínidos y como sucedió el origen del hombre.

El grupo geológico del río Omo

Los depósitos datados entre 3 y 2 millones de años no son abundantes, se encuentran en África Oriental, alrededor del lago Turkana, en Etiopía y Kenia, formando el Grupo geológico del Omo. Estos cubren en forma continua un período que va desde antes de 3 a después de 2 millones de años. Los sedimentos son fluviales, deltaicos y lacustres, intercalados con niveles de ceniza volcánica (tufa). Las tufas del Grupo del Omo han permitido una datación precisa y continua de los depósitos, además son utilizadas para separar los estratos sucesivos en unidades geológicas. En cada unidad geológica, la asociación de fauna y flora fue caracterizada y datada permitiendo describir los cambios ambientales.

El bipedismo, la aparición de los homínidos

La teoría de la deriva continental sostiene que la corteza terrestre está compuesta de placas que se desplazan y con ellas los continentes. Las placas, en su desplazamiento pueden chocar o separarse. Así, las correspondientes a África y a América del Sur se separan alrededor de 2 centí-



metros por año mientras que la placa correspondiente a la India choca con la asiática produciendo el levantamiento y el plegamiento del Himalaya y del macizo tibetano.

La zona de separación entre dos placas se conoce como rift. Debido a su inestabilidad geológica, numerosos volcanes se desarrollan en las regiones de los rift. Hace 17 millones de años comenzó a desarrollarse un rift al Este del continente africano (ver figura 5); se encuentra sumergido en el Mar Rojo, se prolonga a lo largo de Etiopía atravesándola de Noreste a Sudoeste y continúa hacia el Sur en dos brazos originando una serie de lagos: Turkana, Tanganika, Victoria, Alberto y finalmente Malawi (ver figura 6). Denominado rift Valley o valle de rift, separa el África Oriental o Cuerno de África del resto del continente.



Figura 6- Extremo sur del rift Valley (o valle de rift) en el actual Malawi

Hasta hace 10 millones de años, la selva ecuatorial y la sabana arbórea (la sabana es un tipo de vegetación que se desarrolla en climas cálidos y que se caracteriza por árboles dispersos y un manto continuo de pasto alto) se extendían del trópico de Cáncer al trópico de Capricornio desde el golfo de Guinea hasta el Océano Índico. En esta época se registra una reactivación del valle de rift que conduce a la formación de murallas y a la elevación del conjunto de África Oriental. Esto provocó la separación en dos partes de la banda continua de vegetación que se extendía del Golfo de Guinea al Océano Índico: la occidental, influenciada siempre por la humedad y las precipitaciones provenientes del Atlántico, conservó las características de selva

ecuatorial y sabana arbórea; mientras que en la zona oriental, al este del valle de rift, la vegetación cambió paulatinamente a medida que la humedad y las precipitaciones provenientes del Atlántico eran detenidas sobre el lado oeste de la cadena montañosa formada por el rift. Es así como la selva tropical y la sabana arbórea del Africa Oriental fueron desapareciendo y siendo reemplazadas por una vegetación herbácea originando un ambiente cada vez más abierto (ver figura 7).

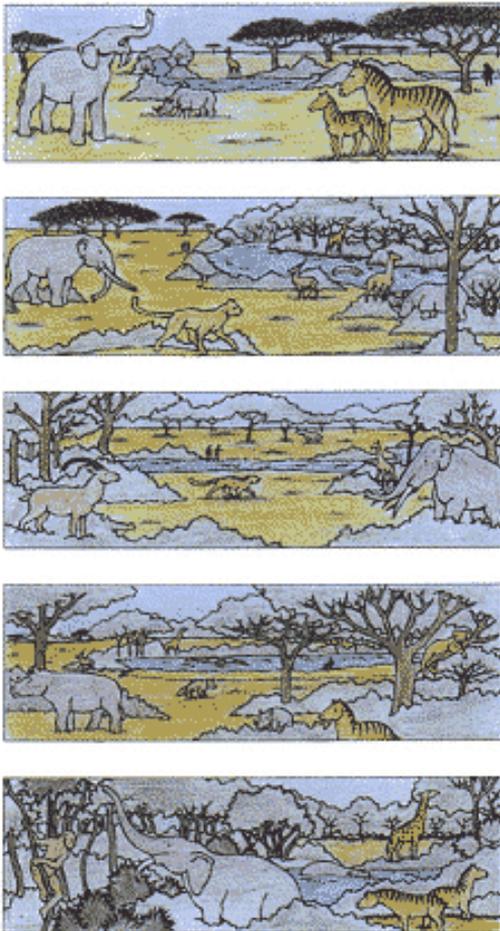


Figura 7- Evolución del medio y cambio de la fauna y de la flora en Africa Oriental en el período que va desde 8 hasta 1,8 millones de años atrás. Durante ese período, y como consecuencia de la activación del valle de rift y la consecuente ecuatorial fue reemplazada por un ambiente cada vez más abierto. Este cambio del medio generó una fuerte presión de selección que se considera responsable de la aparición de los homínidos.

¿Cómo se produjo el origen del hombre? Continuación

De acuerdo con los indicios fósiles, el ancestro común de los homínidos y de los grandes monos africanos habitaba esta zona. Los cambios geográficos primero y del ambiente después dividieron en dos las poblaciones de este ancestro, unas al este y otras al oeste del rift en el África Ecuatorial. Cada población siguió su propia evolución, determinada en gran medida por el ambiente en que habitaba. Según esta hipótesis, llamada "ambientalista", las poblaciones al oeste del rift Valley que continuaron viviendo en un ambiente de tipo selva habrían dado origen al gorila y al chimpancé, especies que se encuentran actualmente en esa región; mientras que las poblaciones al este del rift, donde la selva fue desapareciendo, habrían evolucionado originando a los homínidos.

La adquisición del bipedismo debió haber sido un proceso gradual. Muy probablemente la especie antecesora de los homínidos ya era capaz de un tipo de desplazamiento cercano al bipedismo. Esta marcha casi bípeda habría sido utilizada como medio de desplazamiento en los árboles. A medida que los árboles fueron desapareciendo, quienes pudieran desplazarse sobre sus miembros posteriores habrían estado en mejores condiciones para incursionar en las áreas abiertas del medio.

Los indicios indican que un ambiente arbóreo aún persistía en África Oriental hace 3 millones de años, sin embargo los restos óseos así como las pisadas fósiles halladas en Laetoli (ver figura 3) que provienen de hace 3,6 millones de años indican, sin lugar a dudas, que los primeros homínidos ya se desplazaban en forma bípeda y eran capaces de explotar los recursos de un medio abierto.

La marcha bípeda ha debido tener un gran valor en el proceso de adaptación a un ambiente abierto. El ponerse de pie sobre los

miembros posteriores debe haber permitido a los primeros homínidos, una vez en el suelo, elevarse por sobre las hierbas y escudriñar los alrededores en busca de alimentos y/o en prevención de fieras al acecho.

Es probable que la alimentación de los primeros homínidos estuviera basada prácticamente en semillas y/o frutos que obtenían en árboles distribuidos de forma dispersa. El desplazamiento de un árbol a otro se habría realizado sobre dos pies para hacerlo más rápido, economizando energía y aumentando así la eficacia de la recolección de alimentos. Es probable también que los primeros homínidos hayan tenido una mayor eficiencia reproductora, teniendo crías con bastante frecuencia. Una ventaja adicional del bipedismo es la liberación de las manos las que entonces podrían haber sido utilizadas por las hembras para trasladar la cría y por los machos para transportar alimentos desde los lugares de recolección o caza al sitio donde se encontraba su grupo.

La liberación de las manos también habría permitido su uso en la fabricación y el transporte de los utensilios necesarios para compensar, en el caso de la alimentación, una dentición poco poderosa y, en el caso de la defensa, caninos poco desarrollados.

A pesar de que la hipótesis ambientalista tiene aspectos criticables, ella es importante porque pone de relieve la influencia del cambio ambiental en el origen de los homínidos. En el caso de África Oriental estos cambios habrían actuado como una presión de selección cuya influencia fue determinante en la aparición del bipedismo, característica propia de los homínidos, hace 5-6 millones de años.

Paleoambiente

Los ambientes en períodos geológicos pasados (paleoambientes) son inferidos a partir de la fauna y la flora fósil. Si bien la flora

puede ser descripta gracias a los restos fósiles de troncos u hojas, estos rara vez están conservados. Por eso la mejor forma de describir la flora fósil es mediante el estudio de los granos de polen (palinología) conservados en el sedimento. Los granos de polen son las células reproductivas masculinas de las plantas cuya capa externa, la exina, es muy dura y resistente y presenta una morfología propia en cada especie. De esta manera, el análisis de los granos de polen permite reconocer qué especies estaban representadas y cuáles predominaban en cada nivel geológico.

En la estepa o la sabana, la vegetación de tipo herbácea predomina sobre los arbustos o los árboles. Si el análisis polínico indica que los granos de polen de especies herbáceas son más abundantes, es muy probable que el sedimento analizado haya sido formado en un ambiente abierto, de tipo estepa o sabana. En cuanto a la fauna fósil, la asociación de especies en un nivel geológico determinado es comparada con las asociaciones faunísticas actuales de distintos ambientes para determinar a cuál se asemeja más e inferir así el hábitat en el que habitó dicha fauna fósil. Por ejemplo, especies adaptadas a la carrera como las cebras, los impalas y los chitas habitan ambientes abiertos como la estepa o la sabana. Restos fósiles de estos grupos indicarán la presencia de un paleoambiente abierto.

Si los fósiles no tienen representantes actuales se sigue el mismo tipo de razonamiento, pero esta vez haciendo hincapié en ciertos aspectos de la morfología. Por ejemplo, si en una especie fósil se comprueba que los huesos de las extremidades han sido fusionados y el contacto con el suelo es realizado solo por el extremo de un dedo (condición observada en el caballo actual y en las cebras) es dable inferir que la especie fósil estaba adaptada a la carrera y que por lo tanto habitaba un ambiente abierto. Los dientes son de suma importancia para inferir los paleoambientes. De acuerdo con el crecimiento, existen básicamente dos tipos de dientes, el braquiodonte y el hipsodonte. Los dientes braquio-

dontes son aquellos formados en un corto período en la vida del individuo, como son los dientes del hombre. En los dientes hipsodontes, al contrario, el crecimiento es continuo y la formación de dientes puede prolongarse durante toda la vida del individuo, como es el caso de los incisivos de los roedores. Los dientes molares hipsodontes son característicos de varios grupos de mamíferos, en particular de aquellos cuyo régimen alimenticio es herbívoro (caballo, antílope, etc.). Las hierbas poseen células que contienen cristales de sílice, un mineral muy duro y abrasivo que produce un fuerte desgaste de los dientes.

A medida que el diente es gastado por la abrasión, el crecimiento continuo permite que reponga este desgaste y sea siempre utilizable. Por lo tanto, se supone que los dientes hipsodontes son una respuesta, una adaptación, a este fuerte desgaste. La presencia de molares hipsodontes en especies fósiles indican entonces que estas vivían en un ambiente abierto de tipo estepa o sabana donde predominan las hierbas. Los grupos de mamíferos que han adquirido dientes hipsodontes a lo largo de la evolución como los suidos (cerdos), los elefántidos y los bóvidos (antílopes), son buenos indicadores del tipo de hábitat que prevaleció en un momento dado. Estos grupos presentan una distribución extensa en el tiempo y están bien representados en el Grupo del Omo, por lo tanto han sido utilizados para establecer sucesivas asociaciones faunísticas y determinar las modificaciones del ambiente.

La encefalización, y la aparición del hombre

El ambiente de África del Este siguió cambiando gradualmente a lo largo del tiempo hasta que hace aproximadamente 3 millones de años comenzó un período de desertización. La descripción de estos cambios en el ambiente ha sido posible merced al estudio de la fauna y de la flora fósil de esa región (ver recuadro "El Grupo geológico del Omo").

El estudio de la fauna fósil permitió reconocer tres asociaciones faunísticas en África Oriental. El reemplazo de una asociación por otra se efectuó gradualmente, aunque es posible distinguir un cambio abrupto en la fauna hace alrededor de 2,3 millones de años.

En ese período se constata el aumento progresivo de la hipsodoncia en dientes de suidos y elefantidos al igual que la aparición de antílopes y équidos que además de presentar dientes hipsodontes se hallan adaptados para la carrera en un ambiente abierto (para definiciones ver recuadro "Paleoambientes").



Figura 8 Bosque de Miombo en el sitio Uraha de Malawi. Este paisaje arbóreo con espacios totalmente abiertos da una idea del ambiente que prevaleció en Africa Oriental hace 3 millones de años.

Respecto de la flora, el estudio de los pólenes fósiles muestra que con el paso del tiempo el número de especies arbóreas disminuyó, mientras que el de especies herbáceas aumentó, particularmente hace 2,3 millones de años cuando desaparecieron especies arbóreas cuya ausencia es considerada como un índice de la disminución del nivel de humedad del ambiente.

Estos datos indican que en África Oriental, hace aproximadamente 3 millones de años, un hábitat húmedo y arbóreo comenzó a ser reemplazado por un medio más seco y abierto con

un paisaje de tipo estepa. Este cambio fue notorio hace 2,3 millones de años (ver figura 8).

Si bien la desertificación de Africa Oriental está en relación con el desarrollo del valle de rift, este hecho es incapaz de explicar todos los fenómenos observados, como por ejemplo el cambio abrupto alrededor de 2,3 millones de años atrás. El medio depende en gran medida de las condiciones climáticas y la evolución del clima es de suma importancia para conocer las modificaciones del hábitat.

El estudio de paleoclimas a partir del porcentaje de los isótopos del oxígeno en conchas fósiles permitió determinar una tendencia general en el clima del planeta que comenzó hace alrededor 50 millones de años. Desde esa época hasta ahora se ha producido, con ciertos períodos de oscilación, un enfriamiento progresivo de la Tierra. El clima del período localizado entre 3 y 2,5 millones de años corresponde a una oscilación con temperaturas templadas, mientras que aquel localizado entre 2,5 y 2,3 millones de años corresponde a un descenso abrupto en la temperatura global. Este evento se llama cambio de enfriamiento global o pulso de cambio y se lo ha relacionado con el cambio de hábitat y el reemplazo de especies.

¿Cuál fue el impacto de estos cambios en los homínidos?

Hemos visto que en el caso de la flora y de la fauna, hubo un importante reemplazo de especies. Es razonable pensar que el cambio de clima y de medio produjo la aparición de nuevas especies de homínidos.

Se considera que el cambio que dio lugar al enfriamiento global fue el fenómeno responsable tanto de la aparición de los Australopithecus "robustos", en África Oriental y Meridional así como del origen del grupo Homo en África Oriental, hace alrededor 2,5 millones de años.

En el caso de los Australopithecus "robustos", la evidencia del impacto de este fenómeno está dada por la presencia de un aparato masticatorio poderoso propio de una adaptación a una alimentación dura, muy probablemente herbácea, típica del paisaje de África del Este y del Sur en ese momento. Por lo tanto, los Australopithecus "robustos" se habrían originado como respuesta a la degradación climática que produjo un ambiente abierto con paisaje de estepa.

Por otro lado, en el caso del género Homo, los efectos del pulso de cambio se observan en la aparición de la tendencia a la encefalización. La vida en un ambiente abierto (que implica búsqueda de alimentos y otras actividades intensivas tales como la recolección, la caza y el transporte) expuso a ciertos homínidos a nuevas presiones de selección, en particular a una mayor exposición al sol y con el consiguiente riesgo de aumento de la temperatura corporal (hipertermia), fenómeno cuya probabilidad aumenta al aumentar el tamaño de los organismos. En estas nuevas condiciones, el mantenimiento de la temperatura del cerebro, fue seguramente un factor limitante en su desarrollo ya que un cerebro voluminoso sólo podría evolucionar en un organismo que contara con un sistema capaz de asegurar el mantenimiento de una temperatura adecuada.

Con el bipedismo y la postura erecta, la circulación sanguínea del cerebro, ubicado en posición más elevada que el corazón, debe hacerse mediante mecanismos capaces de vencer la fuerza de gravedad. Uno de estos mecanismos fue el desarrollo de un amplio sistema de pequeñas venas emisarias que conectan una red de venas subcutáneas con otra ubicada en el interior del cráneo. (Ver figura 9)

Estudios tanto de los efectos de la hipotermia como de hipertermia realizados en el hombre actual, han mostrado que la sangre en las venas emisarias del cráneo fluye del cerebro hacia el exterior en los casos de hipotermia, y en dirección opuesta durante

una hipertermia. En este último caso, la sangre del exterior del cráneo, enfriada por la vasodilatación y la evaporación de la transpiración enfriará y mantendrá el cerebro a una temperatura adecuada. Así, el sistema de venas emisarias que se habría desarrollado junto al bipedismo como una adaptación para vencer la gravedad e irrigar el cerebro, se habría revelado eficaz para enfriarlo permitiendo a los individuos hacer frente más efectivamente a los riesgos de hipertermia.

Figura 9- Sistema de venas en el cráneo de un niño. Las venas emisarias se sitúan entre la piel (trazo azul) y los huesos del cráneo (trazo negro). Ponen en comunicación la red de venas del cerebro con la zona subcutánea lo que permite controlar la temperatura del cerebro por medio de un cambio en el flujo de la sangre. En casos de hipertermia, la sangre en vez de fluir del cerebro hacia la zona subcutánea, lo hará en sentido contrario, de esta manera, la sangre enfriada por transpiración y vasodilatación en la zona subcutánea fluye hacia el cerebro y disminuye la temperatura. Este mecanismo cumplió un papel importantísimo en el proceso de encefalización durante la evolución de los homínidos.



El sistema de venas emisarias continuó modificándose a lo largo del tiempo posibilitando un aumento del tamaño del cerebro, esto es, la encefalización. Así, las presiones de selección de un ambiente abierto, explicarían cómo se habría favorecido la tendencia hacia un cerebro voluminoso en el género Homo.

Otros factores seguramente han desempeñado un cierto papel en la evolución de un órgano tan complejo como el cerebro. Es muy probable que junto al desarrollo del cerebro se haya operado un cambio en la alimentación de los primeros seres humanos ya que un cerebro de mayor tamaño requiere más energía, la que solo puede ser provista mediante una dieta adecuada. Es probable que la dieta, seguramente omnívora en los primeros Homo, haya incluido una mayor proporción de carne para suplir las calorías necesarias. Los primeros hombres pueden haber cazado animales pequeños. Al no poseer las aptitudes anatómicas de los depredadores, solo pueden haber obtenido la carne de grandes presas a partir de los restos dejados por las fieras.

Puede por lo tanto concluirse que los numerosos y variados estudios sobre la evolución de los homínidos indican que esta fue mucho más compleja que lo que se creía. Pero gracias a la gran cantidad de datos obtenidos, se conocen los procesos evolutivos responsables de la hominización. La reactivación del valle de rift con el consecuente cambio hacia la aridez del paisaje en África Oriental y el enfriamiento general del planeta caracterizado por un descenso abrupto de la temperatura hace 2,5 y 2,3 millones de años atrás, originaron presiones de selección que determinaron en un grupo de primates dos tendencias de cambio, la marcha bípeda primero y luego la encefalización. De ese modo aparecieron los homínidos hace 5-6 millones de años, y el hombre hace 2,5 millones de años.

www.omegalfa.es

Biblioteca Libre

Lecturas sugeridas

AA.VV., *-El origen del hombre-*, Temas de Investigacion y Ciencia, número 17, diciembre 1999.

Bromage, Tim & Schrenk, Friedemann (eds.), 1999, *African Biogeography, climate change, and early hominid evolution*. Oxford University Press.

Ramirez Rozzi, Fernando, 1999, *El dónde, cuándo y cómo del origen del hombre*, -Coleccion Sin Careta-, Ediciones Colihue, Buenos Aires.

Vrba, E.; Denton, G.; Partridge, T. & Burckle, L (eds.), 1995, *Paleoclimate and Evolution*, New Haven and London: Yale University Press.