

ORIGEN DEL ESTAR DE PIE Y ANDAR ERGUIDO

EMILIANO AGUIRRE ENRÍQUEZ *

* Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. C/ Valverde, 22. 28004 Madrid

En una hipótesis conforme al origen evolutivo de los organismos vivientes, los primeros animales con una organización anatómico-funcional como la nuestra que tuvieran una postura y el andar erguidos sobre los pies (las dos extremidades posteriores de los vertebrados) hubieron de ser unos primates con posibilidades diversas de locomoción, entre desplazarse por tierra y trepar en los árboles o las rocas.

Lo más común entre los vertebrados terrestres es el desplazamiento cuadrúpedo, por impulso sobre dos pares de extremidades con esqueletos internos articulados. Al principio, reptando, esto es, arrastrando el cuerpo sobre el suelo en horizontal. Levantaron el cuerpo del suelo algunos reptiles en el Pérmico, la última Edad de Hielos anterior a la presente, hace más de 250 millones de años, con la ventaja adaptativa de librarlo del frío. Les siguieron los mamíferos, desde su principio, con andar cuadrúpedo y con la columna vertebral horizontal. Varios grupos de dinosaurios, las aves en tierra cuando no vuelan, y algunos mamíferos marsupiales descansan o se desplazan en tierra apoyados sobre las dos extremidades posteriores, dedicando las anteriores a otras tareas —el vuelo, la prensión de alimento—, siempre con la columna inclinada, con la única excepción de los pingüinos. Apoyarse sobre los pies y eruir el cuerpo para alcanzar un fruto es actitud no rara pero tampoco se prolonga en ardillas y otros roedores.

Los mamíferos trepadores, como los del Orden Primates, o “monos”, tienen la columna y las extremidades más libres y flexibles, estas últimas prensiles, lo cual es morfología adaptada a la vida y desplazamiento en un espacio arbóreo. Fue notable la diversificación de éstos en el Mioceno —hace 23 a 5,3 Ma—. A mitad de este periodo algunos “clados” o linajes crecieron en

talla, y ello les hizo difícil la trepación. A mediados del siglo XX fueron numerosos los sitios en Eurasia como en Africa en que se hallaron fósiles de Primates de este grupo en yacimientos de tiempos miocenos y se multiplicaron las investigaciones sobre ellos en el marco de la evolución y origen del grupo humano. Llamaron la atención los que se interpretaron como “semibípedos”, no ya por la facilidad en erguirse sobre los pies para alcanzar un alimento, sino aun para desplazarse en tierra firme con la columna vertebral inclinada, la cintura escapular más alta que la pélvica, como vemos hoy a gorilas y chimpancés, nuestros parientes más próximos en la naturaleza (Olson & Seidel, 1983), no sólo por el genoma, la forma y la función, sino también en lo psicológico. Un grupo muy extendido y estudiado en el Mioceno superior de Europa y Asia es el de los Dryopitecos, del que se consideran descendientes los actuales orangutanes y los Hominoideos de mayor talla, extinguidos, los gigantopitecos (*Gigantopithecus*) del Extremo Oriente. Se conoce un esqueleto de hace 12,5-13Ma en Hostalets de Piérola, Barcelona (Moyá-Solá *et al.*, 2004).

En 1925 Raymond Dart interpretó como bípedo, y clasificó por ello entre los Homínidos al primer australopiteco, descrito por él, *Australopithecus*, el cráneo infantil de Taung en Sudáfrica, por la posición central del *foramen magnum* en el basicráneo. Fue muy criticado por ello. Hizo falta descubrir muchos australopitecos con datos cronométricos superiores a los 2 y a los 3 millones de años (Ma), hasta el descubrimiento, medio siglo después, por el grupo de jóvenes que excavaban cerca de Laetoli, Tanzania, de una serie de huellas de pasos como los nuestros dejados por dos o tres caminantes y fosilizadas en unas cineritas (cenizas volcánicas) datadas en hace unos 3,5 Ma, para que se reconociera, no por interpretación deductiva sino por

prueba real grabada sólidamente en esa edad, la antigüedad de la bipedia vertical humana. Las huellas se atribuyen al australopiteco de Afar, identificado en numerosos fósiles de sitios desde Etiopía a Tanzania con edades alrededor de 3-3,8 Ma.

Varios indicios condujeron por aquel entonces a figurar un escenario evolutivo y paleoecológico como probable para el origen de la bipedia erguida humana, en la Crisis Messiniense de hace poco menos de 7 Ma y más de 5,3 Ma (Aguirre, 1986; 1996; Feibel, 1997).

1. RECENTES FÓSILES DE PROBABLES BÍPEDOS CON CERCA DE 6 Ma.

En los últimos años han aumentado el número de fósiles humanos candidatos a ser estudiados como posibles antepasados nuestros y su diversidad, el número de yacimientos, y su antigüedad. Tras la pista de huellas de Laetoli se descubrió en 1985 un fragmento mandibular en Tabarin, por los Montes Tugen, en la Formación Lukeino, datada por depósitos vol-

cánicos, las Traquitas de Kabarnet bajo su base, de hace 6,2 Ma o poco menos, y los Basaltos de Kaparaina al techo, con 5,6 Ma ó en todo caso más de 5 Ma (Pickford & Sénut, 2001; Hill, 2002). No se construyó mucho sobre este fósil por ser muy fragmentario y aislado.

Pero los hallazgos de varios equipos de investigadores empezaron a extenderse antes de que se cumpliera otro decenio. En dos localidades, Kanapoi, al SW del Lago Turkana, y Allia Bay en su orilla E, con datos cronométricos de 4,1 Ma y entre 4-3,5 Ma los niveles fértiles de la primera, y de 3,9 Ma la segunda, se añadieron veinte fósiles de mandíbulas, partes de cráneos, dientes y algún hueso largo, que se sumaban a hallazgos anteriores singulares en ambos sitios. Fueron clasificados como una nueva especie, *Australopithecus anamensis* (M.G. Leakey *et al.*, 1995), antecesora de *A. afarensis*.

En los mismos años, y también en el Rift, se presenta otra nueva especie de australopitecos, más antigua que el de Anam, en el Aramis, Etiopía, con



Figura 1. Fósiles de *Ardipithecus ramidus kadabba*, del Mioceno terminal de Aramis, Awash medio, Etiopía: a) Fragmentos de mandíbula, cúbito y húmero, arriba dientes y abajo una falange, del sitio ALA- VP-2; b) Falange de pie del sitio AME-VP-1; c) Varios dientes y un fragmento de clavícula de STD-VP-2; d) falange de la mano de DID-VP-1; e) Diente y húmero de ASK-VP-3. (De Haile-Selassie, en *Nature*, 412,2001).

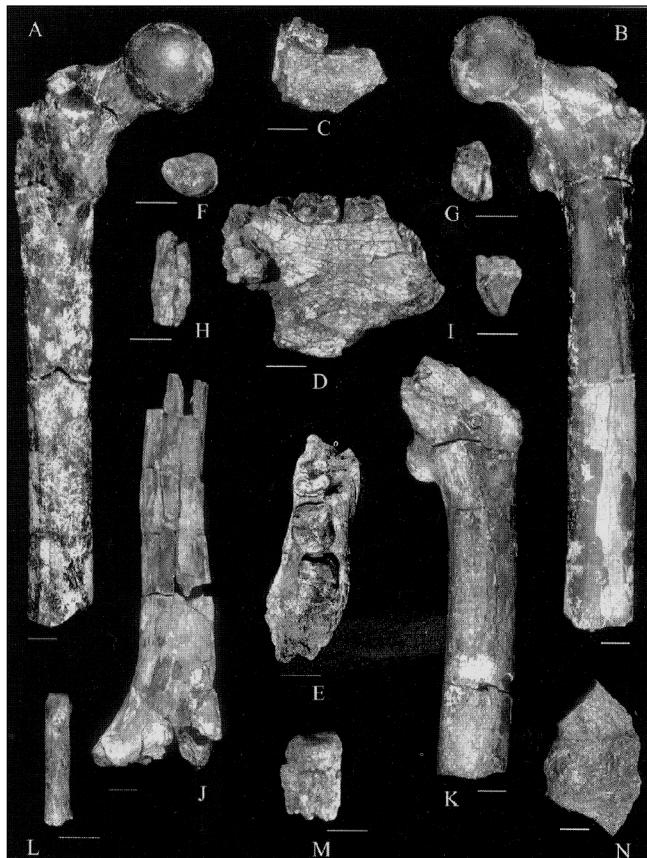


Figura 2. Fósiles de *Orrorin tugenensis*, de los cerros Tugen, centro-oeste de Kenia, Mioceno terminal: A, B) Fémur incompleto; C) Fragmento mandibular; D,E) Rama mandibular izquierda incompleta; F,G,H,I) Piezas dentarias; J) Mitad distal de tibia; K) Fragmento de fémur. (De Sénut y otros, C.R. Académie de Sciences, Paris. Earth and Planetary Sciences, 332, 2001).

cerca de 4,4 Ma. Pronto se cambió su primer nombre “*Australopithecus ramidus*” por *Ardipithecus ramidus*, como género nuevo, al advertirse diferencias notables que lo distanciaban de los diversos australopitecos conocidos, y lo hacen ver más próximo a los chimpancés o a un verosímil antepasado común (White *et al.*, 1996; WoldeGabriel, 1994).

Recientemente, se ha descrito, en Etiopía, una nueva muestra referida al Ardipiteco, mucho más antigua, datada entre hace 5,2 y 5,8 Ma, también en la cuenca media del Awash. Este primer estudio refiere una colección de 17 fósiles, entre ellos un fragmento de mandíbula, un fragmento de ulna, más de media docena de dientes aislados y una primera falange de dedo del pie, en cuya articulación proximal orientada como la humana puede verse una prueba de adaptación

bípeda, aun cuando su forma larga, delgada y ligeramente curva se parezca a la del chimpancé. Se ha clasificado en la misma especie *Ar. ramidus*, como subespecie *Ar. ramidus kadabba* (Haile-Selassie, 2001); otros lo ven más próximo al *Orrorin* (v. abajo). El género de los ardipitecos se distingue de los australopitecos por una mayor proximidad al chimpancé, sobre todo en la morfología dentaria.

También, a comienzos de este siglo XXI, se han descubierto nuevos fósiles con rasgos de bípedo junto con otros rasgos más próximos a otros primates, y ello en dos regiones de África. Cuatro sitios distintos de los Montes Tugen, en la Formación Lukeino, entre hace menos de 6,2 y 5,65 Ma geocronométricos, por debajo y por encima de un depósito volcánico de 6,02 Ma son (de abajo a arriba): Aragai, Cheboit, Kapsomin y Kapcheberet, y proporcionaron al menos 13 fósiles de 5 individuos distintos, entre ellos dos fragmentos de mandíbulas, 3 fémures y un húmero incompletos, y una falange de mano. Fueron clasificados como género y especie nuevos *Orrorin tugenensis* (Sénut *et al.*, 2001). Los fémures tienen formas de bípedo, el húmero y la falange muestran adaptación arborícola; varios dientes anteriores tienen parecido con los de monos antropoides, los molares son relativamente pequeños con esmalte grueso.

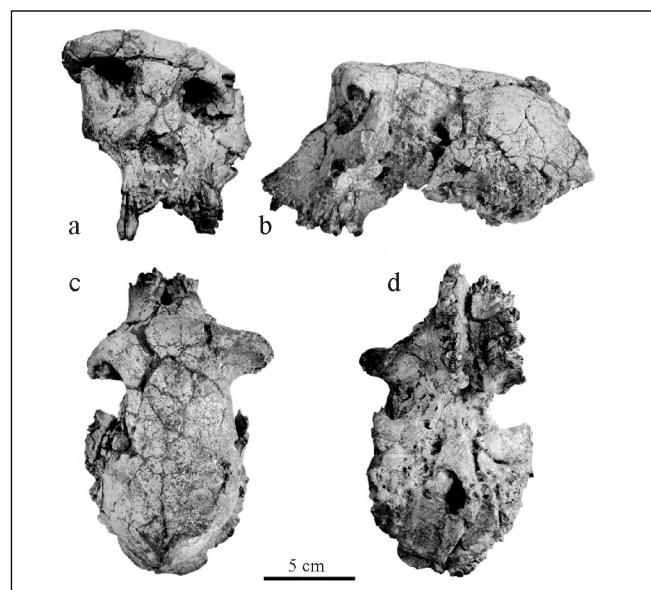


Figura 3. Cráneo de *Sahelanthropus tchadensis*, de Toros-Menalla, Chad, ligeramente deformado: a) norma frontal; b) norma lateral; c) norma superior; d) vista inferior oblicua. (De Brunet y otros, en Nature, 418, 2002).

El año siguiente se dio a conocer el hallazgo de seis fósiles de homínidos, entre ellos un cráneo bastante entero aunque deformado y gran parte de una hemimandíbula, en el sitio Toros-Menalla, en el norte de Chad, en África Central, a más de 2000 Km del Rift Valley. Numerosos rasgos, sobre todo el basicráneo, el cráneo facial y la forma y función del canino son netamente distintos de los primates hominoideos más próximos a los humanos; otros se apartan de éstos, de los homínidos pliocenos y de *Orrorin*; la capacidad craneana es pequeña. Se han clasificado como género y especie nuevos, *Sahelanthropus tchadensis*, afín a los homínidos, con bipedia inferida de la morfología craneal (Brunet *et al.*, 2002). A falta de datos geocronométricos, su antigüedad se estima por correlación bioestratigráfica con faunas mastológicas de África Central y Septentrional: los autores la consideran algo más antigua que la Formación Lukeino y más próxima a la Fn. Nawata de Lothagam, entre 7-6 Ma.

Sí queda claro que, entre hace algo menos de 7 Ma y más de 5,3 Ma son diversos los sitios en África y varias las poblaciones de primates fósiles más próximos a los humanos posteriores que los actuales chimpancés. Los mosaicos morfológicos evidencian también potenciales adaptativos distintos, con la tendencia bípeda en común. Es un claro escenario de una

crisis evolutiva ramificada y prolongada —“cladogenesis”—, que termina con la separación de la Familia de gorilas y chimpancés (Pánidos) por un lado, y la Familia humana propiamente dicha (Homínidos), por otro. No la evolución en un solo brinco, ni continuada con un solo y constante ritmo o pendiente de cambio, sino más parecida a la “etnolisis” y “comolisis” de A.C. Blanc: cambio o innovaciones con ritmo acelerado que llevan a ramificación o diversificación de sistemas funcionales, con selección final de uno, o unos pocos (ver Sénut, 2004).

El otro punto discutido en esta cuestión es la magnitud y ritmo de los cambios ambientales y su influjo o fuerza de selección en ese mosaico, o mosaicos evolutivos. Esta vez me quedo en el tramo de la llamada Crisis Messiniense —6,8 a 5,3 Ma—, sin entrar en la que sigue al esplendor del Plioceno inferior benigno con los deterioros de hace 3,4 Ma y el comienzo de la Edad del Hielo, hace 2,6 Ma.

2. DIMENSIONES MEDITERRÁNEAS Y GLOBALES DE LA CRISIS MESSINIENSE

La tendencia al frío, al crecimiento continental y descenso relativo del nivel del mar venía pronunciándose con la regresión tortoniense en el Mioceno Superior, esto es desde hace unos 11 Ma. En los medios continentales se acusa tendencia árida y cambio de faunas vallesienses a turolenses. Las series estratigráficas de las Cordilleras Béticas registran el cambio de depósitos marinos a continentales en la misma vertical con un dato cerca de Librilla, Murcia, por una erupción del volcán de Barqueros, hace 6,9 Ma, cerca del techo de la fase marina. Buenas series de depósitos continentales en las cordilleras Ibéricas y Béticas proporcionan largos registros faunísticos secuenciados de mamíferos hasta hace menos de 6,4 Ma en La Gloria, Masada del Valle, Crevillente, con un cambio faunístico en torno a hace 6,8/6,7 Ma. En el Mediterráneo se registra menor circulación y evaporación creciente, desde hace 6,6 Ma (Van Couvering *et al.*, 1976). Las microfaunas se empobrecen y registran cambios desde hace 6,5 Ma. Con estos datos se manifiestan, globalmente, pérdida de dióxido de carbono (CO_2), descenso acentuado del nivel del mar, frío, crecimiento del Casquete Glacial Antártico, cierre del Estrecho de Bering, y orogenias tectónicas como las



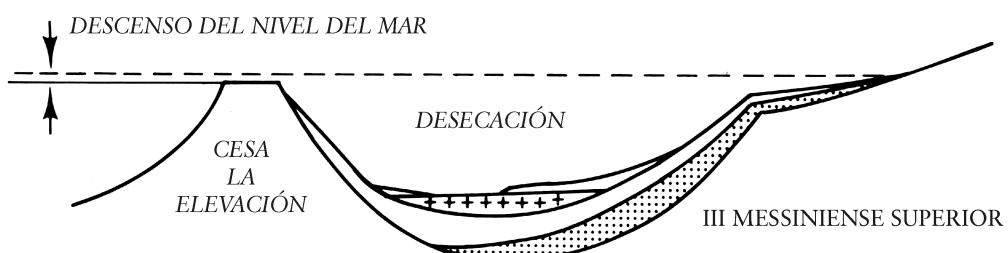
Figura 4. Situación en África de las áreas con fósiles que permiten inferir capacidad de bipedia en el Mioceno terminal, hace más de 5,3 Ma menos de 6,9 Ma.



Aqua de fondo cálida poco salina. Débil secuestro de sales de la superficie a la orilla



Sedimentación euxínica y química local alterante.
Secuestro de sales disueltas superficiales como precipitados de carbonato
o sulfato y como salmuera densa.



Evaporación de la salmuera; localmente depósito de playa

Figura 5. Esquema de las alteraciones en la salinidad y deposición en el Mediterráneo y de las corrientes en el Estrecho de Gibraltar al final del Mioceno, crisis Messiniense. (Según Van Couvering y otros, *Marine Micropaleontology*, 1, 1976).

del Arco Bético-Rifeño. En el mundo vegetal cambia la vegetación con Carbono-3 por la de Carbono-4 (Cerling, 1997). Los continentes, crecidos en todas sus dimensiones, se muestran áridos, con fuerte regresión de la selva, aumento de chaparral-matorral o vegetación montana, y extensión de sabanas y estepas. Crecen también los intercambios faunísticos entre

Africa y Eurasia, y rápidamente se expanden en estos continentes los camellos tras cruzar el nuevo istmo en Behringia, y se encuentran fósiles en yacimientos de España, Turquía, Europa Oriental (van der Made *et al.*, 2002). Los cambios faunísticos en África incluyen la aparición de los primeros elefantes, además de los primeros bípedos.

A partir de hace 6,2 Ma remiten las crudas condiciones ambientales, y se registra una moderada recuperación del nivel del mar, distensión tectónica, mejor pluviosidad, aumento de cursos fluviales, a partir sobre todo de hace 6 Ma. Entre este dato y el enfriamiento renovado hace 5,6 Ma, son muchos los yacimientos con faunas de mamíferos en España que han ayudado a reconstruir estos escenarios, sobre todo en las mencionadas sierras del Este y el Sureste: Rambla de Valdecebro, El Arquillo, Venta del Moro, La Alberca, Librilla, y en Arenas del Rey (Granada) La Mina, Cortijo de La Dehesa y otros. También se estudian otros en las Américas, en Asia, y en Europa los de Cassino, Gravitelli (Italia), Baltavar (Hungria), por mencionar sólo algunos, a los que llegan hipopótamos desde África a través del Mediterráneo empobrecido en sal y endulzado por la escasez de agua atlántica, la evaporación, y el flujo crecido de aportes fluviales. En el óptimo relativo de hace 5,8/5,7 Ma se registra en las cuencas intramontanas de las regiones

citadas, en todo el entorno del Mediterráneo, el buen ambiente alrededor de lagos, con nutrido mosaico vegetal y diversidad faunística (Aguirre, 2003).

Entre hace 5,6 y 5,4 Ma se recrudecen de nuevo los fríos brusca, rápida e intensamente y el nivel del mar registra mínimos históricos. La circulación marina llegó a restringirse totalmente en el Estrecho de Gibraltar. El retroceso del océano se aprecia en las calizas fosilíferas de playa colgada y el albero de los Alcores entre Carmona y Alcalá de Guadaira en la Provincia de Sevilla. Se registran nuevas transmigraciones de mamíferos terrestres entre América y Asia por Behringia, y entre África y Eurasia.

Las faunas de mamíferos se renuevan a partir de la de Crevillente 6, última de esta fase, contemporánea de la rápida y extraordinaria mejoría climática que lleva al comienzo de la gran transgresión marina Zancliense (Martín-Suárez y otros, 2001). Con ella empieza

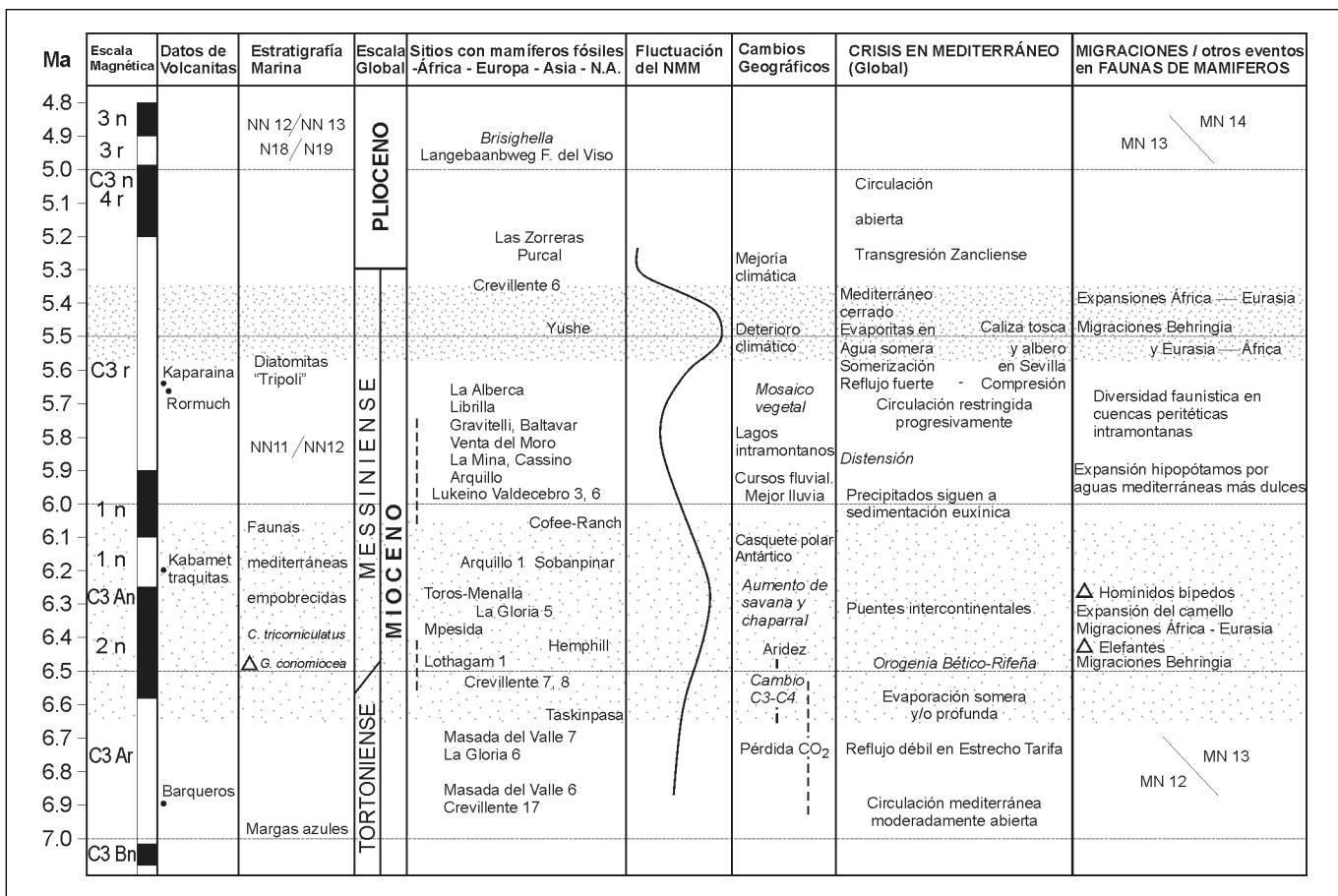


Figura 6. Cuadro con las alteraciones y fluctuaciones en diversos dominios de dinámica terrestre, clima y ecología, a lo largo de la Crisis Messiniense (De Aguirre, en *Estudios Geológicos*, 2003). MN= zona bioestratigráfica según mamíferos terrestres.

también el periodo Plioceno y sus fecundas deposiciones de fósiles marinos en cuencas andaluzas, catalanas, italianas y de otras costas en todo el mundo, en condiciones más cálidas que las actuales, que duraron casi dos millones de años.

3. AMBIENTES REGISTRADOS EN LAS REGIONES CON FÓSILES DE PROTOBÍPEDOS

Contextos ecológicos en Toros-Menalla

El nombre genérico del proto- o prehomínido de Chad se toma del “sahel”, ambiente subdesértico que enmarca el Sahara por el sur, con extensiones herbáceas, escasas matas y algunos árboles aislados, a veces baobab, más a menudo acacias. En tiempo del sahelántropo fue más húmedo y boscoso.

En el ámbito explorado y excavado de Toros-Menalla se reconoce un lago extenso, con profundidad y bien oxigenado, poblado por diversos peces, entre ellos una especie de *Hydrocynus*, grande y piscívoro, cocodrilos, y con áreas marginales pantanosas, pobres en oxígeno y abundante vegetación de humedales. En las riberas del lago habitaban otros vertebrados de hábitos anfibios y ribereños: tortugas trioníquidas, serpiente pitón (*Python*), hipopótamos, y un antracoteríido conocido fósil de Libia. Lianas fósiles revelan la presencia de bosque galería en zonas marginales. Alrededor se extendían sabanas abiertas, según evidencia el alto porcentaje de bóvidos hiposodontos —más de la mitad—. El sedimento dominante en el tramo con fósiles tiene areniscas perlacustres atravesadas con trazas de raíces, y que también conservan hormigueros y bolas de escarabajos peloteros. Por debajo, yacen sedimentos eólicos, indicadores de un clima árido y más frío precedente, y por encima depósitos francamente lacustres (Vignaud y otros, 2002). Esta situación corresponde a la mejoría climática que sucede al primer máximo frío del Messiniense entre 6,3-6,2 Ma: difícilmente pueden estos fósiles de probóbipedos ser más antiguos que este dato, si bien podría la situación registrada corresponder al comienzo real de la mejoría climática global con la fusión inicial de los extensísimos hielos antárticos y preceder a la apertura de ambientes semejantes y conjuntos faunísticos también parecidos en Libia, y

al norte del Mediterráneo como son los de cuencas y lagos intramontanos mencionados arriba, en especial las de Granada, Arenas del Rey y Venta del Moro. Se encuentra un elefante de los más primitivos, género *Loxodonta*. El amplio Chad de entonces ocupaba la extensión de un mar interior entre un círculo de cordilleras (López Martínez, 2004). En las alturas no es posible la fosilización: en ellas podían los primates grandes, con locomoción variable entre bípeda y trepadora, encontrar refugio frente a los grandes felinos, y descender a la orilla del lago o de los ríos, para satisfacer necesidades de sustento. Las cuestas se bajan, como las escaleras, de pie, apoyando en tobillos y rodillas, mucho mejor que a cuatro patas.

Ecología de la Formación Lukeino

Los medios sedimentarios que se identifican en tres de los yacimientos de los Montes Tugen con fósiles humanos —Chebotit y Aragai cerca de la base de la Formación Lukeino, y Kapcheberek en el tercio superior— corresponden a depósitos fluviales y de llanura aluvial; el cuarto, Kapsomin, está en el tercio medio de la formación, con depósitos limosos y arcillosos de un lago y su margen, según M. Pickford y B. Sénut (2001). La extensión de este lago era mucho menor que la del Chad en aquellos tiempos, y la llanura estaba rodeada por elevaciones del terreno al Este y los Montes Tugen al Oeste, limitada por fallas, esto es hundida como "graben" o fosa tectónica.

El estado de conservación y fosilización de los restos de homínidos, igual que el de otros vertebrados del mismo estrato, indica que unos y otros son contemporáneos de la deposición del sedimento. La paleofauna conocida de la Formación Lukeino, según el trabajo citado y estudios precedentes, incluye ostrácodos, moluscos bivalvos y gasterópodos, peces, tortugas, cocodrilos, varanos y serpientes. Entre los mamíferos dominan en Kapsomin los fósiles de *Aepyceros* y otros bóvidos de tallas medias a pequeñas, y primates arborícolas colobinos; del conjunto de la formación se conocen pequeños y grandes mamíferos. Entre los Proboscídeos un deinoterio, un *Anancus*, un *Stegotetrabelodon*, un *Primelephas* y un *Loxodonta*, primitivos elefantes. Hay también un hyrax, un tubulidentado; entre los perisodáctilos, un calicoterio, dos especies de rinocerontes y dos de *hipparion*; entre los

artiodáctilos, un suido, dos especies de hipopótamos, una jirafa y varios antílopes. El agua del lago era alcalina.

La tafonomía citada indica la acción de carnívoros. El paisaje en general sería de bosque abierto o montano, con bosque más denso próximo al lago y a orillas de los ríos. Aparte las condiciones locales de fosa tectónica o “rift” entre alturas moderadas, le va bien un aumento y buena distribución de las precipitaciones y de las temperaturas en proximidad del ecuador, como los registrados globalmente entre hace c.6 Ma y 5,8/5,7 Ma (ver Fig. 6). Estos datos pueden cotejarse con los de cronometría isotópica citados por los autores para la Formación Lukeino: la base entre $6,06 \pm 0,13$ Ma y las Traquitas de Kabarnet subyacentes con $6,2 \pm 0,26$ Ma; el techo, anterior a los basaltos de Kaparaina con $5,65 \pm 0,07$ Ma. La fauna de mamíferos es ligeramente más joven que la de Toros-Menalla; tiene como ésta especies compartidas con sitios de Libia. Algunas diferencias se observan en la representación de ambientes circundantes.

Transición Mio-Plioceno en el Valle del Aramis. Awash medio

El contexto ambiental del ardipiteco “kadabba”, de Etiopía, se ha considerado como de bosque montano o abierto, teniendo en cuenta la fauna acompañante y el análisis edafológico. Este indica arbolados más o menos abiertos en los sitios centrales. En el oeste predominan hábitats húmedos con arbolado más denso o bosque. El sitio más moderno y más al este indica arbolado más abierto, o una ribera lacustre (WoldeGabriel *et al.*, 2001). Estos autores piensan que la fosilización está disminuida por el medio forestal y húmedo, que los homínidos permanecieron en hábitats aún boscosos, y la extensión en ámbitos abiertos fue más tardía.

Los límites del tramo de edad estimado para este ardipiteco —5,8 Ma y 5,2 Ma— coinciden con sendos óptimos climáticos globales, el primero moderado y el segundo notablemente más fuerte. El dato 5,8 Ma coincide con la inflexión cálida y lluviosa de las cuencas oceánicas, y las intramontanas mencionadas arriba, y el de 5,2 Ma está a término de la rápida

ascensión térmica y marina con que comienza el Plioceno. Todos los fósiles humanos tienen menos de 5,75 Ma, y sólo uno tiene menos de 5,5. En el Awash medio, cerca de un millón de años más tarde (hace 4,4 Ma) se reconoce, con una elevación del terreno muy superior a la actual, un paisaje arbulado, con bosque denso, por la abundancia de kudus y de colobos (WoldeGabriel, 1994).

¿Cuál es el primer bípedo y cuál el antepasado común con los chimpancés?

Estamos notando una limitación repetida en los ambientes registrados en estos yacimientos africanos, igual que en los de España y otros países. Una y otra vez hablamos de lagos intramontanos, llanuras aluviales o vegas y remansos de ríos. Está claro que en estos medios se dan las buenas condiciones de fosilización en la superficie terrestre: fundamentalmente, que los restos minerales, o duros, de los organismos muertos queden cubiertos y protegidos por una capa de sedimentos finos, no permeable, antes de que las aguas o los agentes atmosféricos puedan destruirlos. El margen de tiempo varía según las condiciones locales de la pluviosidad. Si el subsuelo es paulatinamente subsidente, la fosilización se repite una y otra vez en secuencias de finos niveles. Esto ocurre en depresiones o “fosas tectónicas” y “rifts”, cuando y donde, al producirse una distensión, el bloque hundido bascula, inclinándose su plano superior hacia abajo, en proximidad de un plano de falla. Así se produjeron las calibradas series fosilíferas de Alcoy (Alicante) en el Plioceno Inferior, de Los Mansuetos (Teruel) en el Mioceno Superior. En el episodio central del Messiniense, tras la fase compresiva de la orogenia bética, fases distensivas facilitan subsidencia y fosilización en Arenas del Rey y Alfacar (Granada). En las cumbres la fosilización es imposible. En acantilados y laderas sólo se produce si hay aberturas a cavidades o conductos cársticos. En selvas y suelos fértiles la humedad y agentes químicos le son también contrarios. El registro fósil es por ello limitado. Sólo parcialmente conocemos los primeros antepasados bípedos en lo referente al tiempo y al espacio. También es verdad que remansos fluviales y lagos intramontanos reúnen condiciones para ser frecuentados por grandes primates que quieran subsistir fuera de la selva.

Repetidos episodios de distensión en el gran Rift Valley de África Oriental mantienen la cadena de lagos que guardan el registro tan singular y celebrado de nuestra evolución, a la vez que registros detallados del clima y de una diversidad de componentes ambientales. Los cambios de variables geográficas —coordenadas de latitud, altitud, y relieve, proximidad e influencia o aislamiento del océano—, y geológicas —composición mineral de rocas expuestas y de aguas corrientes—, explican diferencias ecológicas regionales en depósitos contemporáneos, así como coincidencias o similitudes mayores con cronometría distinta. Son por ello muy bienvenidos los fósiles que se hallan en ámbitos geográficos donde las condiciones favorables, y por ello los fósiles son poco frecuentes. En una época de cambios geográficos o climáticos críticos se pueden producir variaciones en las condiciones de subsistencia que afectan diversamente a la demografía y a la pervivencia de sus ocupantes: más perjudicados pueden ser los adaptados en la situación precedente, y favorecidos los mutantes que antes no lo eran, o nuevos.

El escenario que tenemos presente en el periodo Messiniense, con una resolución diacrónica bastante fina y una distinción de habitats que empieza a ser significativa, incluye tres áreas con fósiles de homínideos: los tres afines a los humanos actuales por una parte de sus rasgos y por otros más parecidos a los chimpancés, los tres distintos entre sí por su morfología y por el modo inferido de sustento, adaptados a ambientes con mucho de común pero diversos, los tres con evidencias de practicar la bipedia erguida.

Ninguno de los tres puede ser considerado representante de una especie antecesora de los chimpancés o gorilas. Ninguno muestra evidencias convincentes de ser el antepasado genético de los humanos. Pudiera ser uno u otro, o ninguno de los tres. Formas del cráneo, sobre todo la posición de salida de la médula muy vinculada a la postura vertical, y el desarrollo del canino inferior y su función masticadora son muy similares a los de la humanidad posterior en el sahelántropo del Chad, pero tales variables pudieron ser heredadas de otra población no conocida por fósiles.

Lo más seguro es que ninguno de estos tres taxones pueda representar al último antecesor común de homínidos y páñidos. Estos últimos no han mudado

sensiblemente el hábitat de sus predecesores, que han podido dejar escasos fósiles porque ese hábitat era selva pluvial, cuya extensión entonces se redujo, y cuyo suelo no favorece la fosilización. Ni el antecesor común está aquí representado, ni el primer mutante con propensión a la bipedia que quedara en alturas con cubierta montana al retroceder la selva. El cuadro que tenemos es el del acto siguiente, en el que varios linajes de bípedos iniciales subsistieron un tiempo en paisajes y con otros cambios eficaces en hábitats más o menos áridos, más o menos acogedores, y se extendieron con éxito en el continente africano. Al menos uno de ellos. Curioso que fuera el más antiguo de los hoy conocidos y procedente de un ámbito más apartado y más pobre, el “sahel” subsahariano.

La bipedia se verá favorecida, tras la rápida y cruda crisis fría final del Messiniense. La veremos firme y diversificada en la segunda parte del Plioceno cálido y húmedo, y de nuevo diversa y más eficaz en las crisis del Plioceno Medio, donde comienza la presente Edad del Hielo. Aunque despacio al comienzo, la descendencia de este primer abanico de bípedos ha progresado gracias a la bipedia erguida, en posturas, movimientos atléticos, danza y música, arte, manualidades y técnica, circuitos mentales, memoria, relaciones, invención y lenguaje, con unas dimensiones, diversidad y riqueza, a enorme distancia de donde quedan, junto con todos los demás animales, nuestros próximos, moderadamente inteligentes y queridos chimpancés, y con una responsabilidad singular en la naturaleza.

REFERENCIAS

1. Aguirre, E., Cambios en la corteza y envolturas terrestres al final del Cenozoico. En: F. López Vera (ed.). *Quaternary Climate in Western Mediterranean*: 423-440. Universidad Autónoma de Madrid (1986).
2. Aguirre, E., Antecedentes y contextos del bipedismo vertical. En: A. Viladot (ed.) *Significado de la postura y de la marcha humana*: 51-67. Editorial Complutense, Madrid (1996).
3. Aguirre, E., Messiniense: compleja y grave crisis ecológica. *Estudios Geológicos*, 59: 205-212 (2003).
4. Brunet, M. y otros 37 coautores. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa.

- Nature*, 418: 145-151 (2002).
5. Cerling, T.E., Harris, J.M., MacFadden, B.J., Leakey, M.G., Quade, J., Eisenmann, V. & Ehleringer, J. R., Global vegetation change through the Miocene/Pliocene Boundary. *Nature*, 389: 153-158 (1997).
 6. Feibel, C.S., Debating the Environmental Factors in Hominid Evolution. *GSA today*, 7(3): 1-7 (1997).
 7. Haile-Selassie, Y., Late Miocene hominids from the Middle Awash, Ethiopia. *Nature*, 412: 178-181 (2001).
 8. Hill, A., Paleoanthropological research in the Tugen Hills. *Journal of Human Evolution*, 42: 1-10 (2002).
 9. Leakey, M.G., Feibel, C.S., McDougall, I. & Walker, A. New four-million-year-old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *Nature*, 376: 565-571 (1995).
 10. López Martínez, N., Expedición al Chad: el entorno de los homínidos Toumai y Abel. *Zona Arqueológica*, 4(2): 264-275 (2004).
 11. Made, J. van der, Morales, J., Sen, S. Aslan, F., The first camel from the Upper Miocene of Turkey and the dispersal of the camels into the Old World. *Comptes Rendus Palévol.*, 1: 117-122 (2002).
 12. Martín-Suárez, E., Freudenthal, M. & Civis, J., Rodent palaeoecology for the Continental Upper Miocene of Crevillente (Alicante, SE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 165: 349-356 (2001).
 13. Moyá-Solá, S., Köhler, M., Alba, D. M., Casanovas-Vilar, I. Galindo, J., *Pierolapithecus catalaunicus*, a New Middle Miocene Great Ape from Spain. *Science*, 306: 1339-1344 (2004).
 14. Olson, T.R. & Seidel, M.R., The Evolutionary basis of Some Clinical Disorders of the Human Foot. A comparative Survey of the Living Primates. *Foot & Ankle*, 3(6): 322-341 (1983).
 15. Pickford, M. & Sénut, B., The geological and faunal context of Late Miocene hominid remains from Lukeino, Kenya. *C.R.Acad. Sci. Paris. Earth and Planetary Sciences*, 332: 145-152 (2001).
 16. Sénut, B., Pickford, M., Gommery, D., Mein, P., Cheboi, K. & Coppens, Y., First hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya). *C.R.Acad. Sci. Paris. Earth and Planetary Sciences*, 332: 137-144 (2001).
 17. Sénut, B. Origins of Hominids: From Ramapithecus-Kenyapithecus to Orrorin. *Zona Arqueológica*, 4(3): 372-380 (2004).
 18. Van Couvering, J.A., Berggren, W.A., Drake, R.E., Aguirre, E. & Curtis, O.H., The terminal Miocene event *Marine Micropaleontology*, 1: 263-286 (1976).
 19. Vignaud, P., y otros 20 coautores, Geology and palaeontology of the Upper Miocene Toros-Menalla hominid locality, Chad. *Nature*, 418: 152-155 (2002).
 20. White, T.D., Asfaw, B., & Suwa, G., *Ardipithecus ramidus* a root species for *Australopithecus*. En: F. Facchini (ed.) *The first humans and their cultural manifestations*: 5-23. XIII ICPPS, Forli, 1996. ABACO, Forli (1996).
 21. WoldeGabriel, G., White, T.D., Suwa, G., Renne, P., Heinzelin, J. de Hart, W.K. & Heiken, G., Ecological and temporal placement of early Pliocene hominids at Aramis, Ethiopia. *Nature*, 371: 330-333 (1994).
 22. WoldeGabriel, G., Haile-Selassie, Y., Renne, P.R., Hart, W.K., Ambrose, S.H., Asfaw, B., Heiken, G. & White, T., Geology and palaeontology of the Late Miocene Middle Awash valley, Afar rift, Ethiopia. *Nature*, 412: 175-178 (2001).
 23. Wood, B., Hominid revelations from Chad. *Nature*, 418: 133-135 (2002).