



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

El área en que realizamos nuestras investigaciones se encuentra en el nordeste de Etiopía, en la región de Dikika. El paisaje extenso y lacónico de la región alberga en su seno restos óseos de millones de años de antigüedad. Desde hace cinco años rastreamos los taludes a lo largo del lecho de un río seco y tamizamos la tierra en busca de huesos que la corriente pudo haber arrastrado aguas abajo, antes de secarse el cauce. Las temperaturas que a mediodía trepan a 50 °C hacen de nuestra tarea un verdadero martirio; es

ción hace aproximadamente 3,3 millones de años y rápidamente quedaron enterrados debajo de grava y arena, protegidos de los animales carroñeros y de las inclemencias del tiempo. Todos los huesos de la parte superior del esqueleto estaban atrapados en un bloque muy compacto de arenisca: un desafío poco común para los paleoantropólogos porque, en general, deben volver a unir los fragmentos de las partes de un hallazgo y no separarlas esmeradamente una por una. Con ayuda de una fresa de dentista, separaron

Testigos del tiempo

Tras el rastro de nuestros antepasados

imposible encontrar un lugar a la sombra. Hasta ahora, nuestros hallazgos se componen de una abundante cantidad de fósiles de mamíferos, entre los cuales hay elefantes, hipopótamos y antílopes. Pero no encontramos restos humanos.

Sin embargo, en diciembre de 2000, los paleoantropólogos finalmente hallaron lo que buscaban: en un grueso y compacto estrato de arenisca se toparon con partes de un esqueleto infantil. El diminuto rostro del ejemplar asomaba por una ladera polvorienta: eran los restos fósiles de un **homínido**, como se denomina a los antepasados más antiguos del hombre. Más adelante, los científicos pudieron establecer que se trataba de un ejemplar de *Australopithecus afarensis*, con lo cual, este infante pertenece a la misma especie que "Lucy", aquel esqueleto de hembra célebre en el mundo entero, de aproximadamente 3,2 millones de años de antigüedad, encontrado en 1974 en excavaciones realizadas en la misma región de África. Los restos óseos recientemente encontrados probablemente fueron arrastrados por una inunda-

grano por grano la dura arenisca que ocupaba los espacios intercostales e invadía la curvada columna vertebral. Pasaron cuatro años hasta que todo el esqueleto pudo ser rescatado. Numerosos investigadores (algunos del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva con sede en Leipzig) y más de 40 asistentes de investigación de campo participaron de las excavaciones.

El esqueleto del niño antepasado humano recientemente descubierto es el



► Mediante tomografías computadas, los científicos analizan la estructura de los dientes, ya que ofrece información sobre las tasas de crecimiento de los antiguos homínidos. Luego, con una impresora tridimensional elaboran en yeso un modelo amplificado de un diente.



→ más antiguo y completo jamás hallado. Este esqueleto infantil, a diferencia del de "Lucy", posee dedos, un pie y torso completo. Y lo más importante: tiene cara (**Fig. B**). "Podemos ver los dientes de leche y los dientes permanentes que todavía se alojan en la mandíbula. Tenemos casi todas las vértebras, costillas y ambos omóplatos. También hallamos los codos, las manos, los huesos de las piernas y un pie completo del cual sólo faltan las puntas de los dedos", describe Zeresenay Alemseged, director de proyecto oriundo de Etiopía y que trabaja en Leipzig, en una entrevista concedida a la *Deutschlandradio* en septiembre de 2006.

MIRADA VIRTUAL A LOS HUESOS ANTIGUOS

En el Centro de Diagnóstico de Nairobi, Kenia, el esqueleto es estudiado con ayuda de una **Tomografía Computarizada**. En medicina, esta técnica es una de las herramientas de diagnóstico estándar, aunque se puede usar para estudiar huesos fósiles. Funciona bajo el mismo principio: una fuente de rayos X gira alrededor del objeto. Los rayos X lo traspasan en capas desde diferentes ángulos; la radiación es alterada de acuerdo a la densidad de las estructuras. Los detectores del lado opuesto reciben esta señal debilitada, la procesan electrónicamente y la transmiten a una computadora para que sea analizada. De este modo, se producen diversas vistas de una misma capa que la computadora, finalmente, recalcula transformándolas en

una imagen de escala de grises. La imagen tomográfica del cráneo de 13 centímetros también permite ver los dientes aún en desarrollo que han permanecido en el maxilar superior e inferior de la niña de Dikika.

"Actualmente, con los métodos bioquímicos, los análisis de secuencias de genes y la tecnología de computadoras podemos hacer una lectura cada vez más profunda de los huesos fósiles y, por esta vía, conocer aspectos sobre las condiciones de vida y la forma en que se desarrollaba el día a día del hombre primitivo". De esta forma Hublin, director del Instituto Max Planck, describe la revolución metodológica trascendental producida en su área de investigación. Esto permite el estudio tomográfico computarizado de los dientes, que revela una serie de características evolutivas, antes prácticamente inaccesibles, sin destruir la pieza hallada durante el proceso. Las piezas dentales son una de las pruebas fósiles más comunes y mejor conservadas. Pueden dar información sobre la edad y género del hallazgo fósil. En el hombre y en los grandes simios, el **desarrollo dentario** se inicia antes del nacimiento y se extiende durante la adolescencia hasta llegar a la adultez. Los datos de la velocidad y duración de este desarrollo quedan guardados por siempre como líneas de crecimiento – igual que los anillos de crecimiento de los árboles – en el esmalte dentario y en la dentina. Allí se preservan durante millones de años sin sufrir cambios. Por eso, mediante el análisis del material dental, incluyendo tanto la macroestructura (por ejemplo, la formación de la corona) como la microestructura del esmalte dentario, los científicos pueden sacar conclusiones sobre las tasas de crecimiento de los homínidos.

Tanya Smith, una de las colaboradoras de Hublin, ha estudiado el maxilar inferior de un *Homo sapiens* de 160.000 años de antigüedad proveniente de un sitio arqueológico en Marruecos (**Fig. C**).

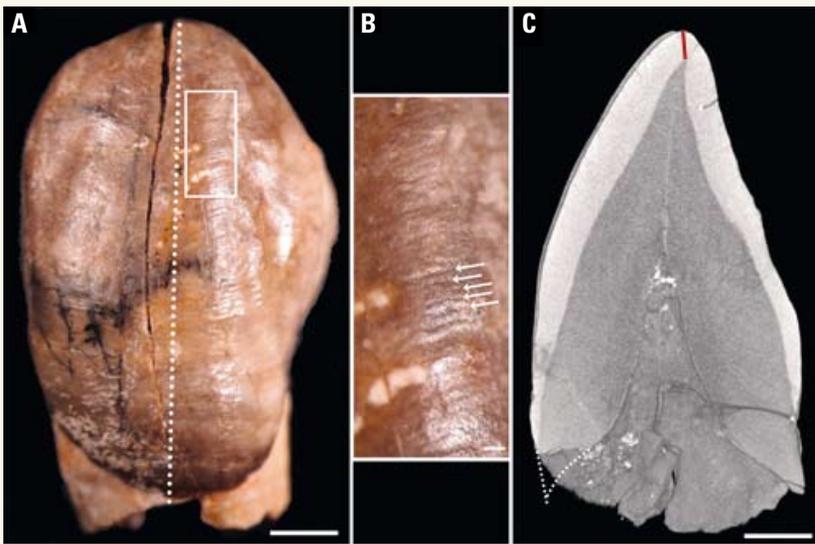
◀ El cráneo pertenece a un esqueleto de 3,3 millones de años de antigüedad, que se ha conservado casi íntegramente. Se trata de los restos de una niña de tres años, encontrados en el año 2000 en la región montañosa de Dikika, Etiopía.

En el momento de su muerte, el infante debió tener unos ocho años de edad. Los restos fósiles de sus dientes denotan un estado evolutivo equivalente al de un niño de igual edad en la actualidad. En cambio, según pudo demostrar la científica investigando un hallazgo de 100.000 años de antigüedad, en el *Neandertal* los dientes crecían a un ritmo claramente más acelerado. Por eso, el desarrollo del niño *Neandertal* de la zona de excavaciones de Scladina, en Bélgica, equivale al alcanzado por un niño humano actual de entre 10 y 12 años. De ello se desprende que el *Homo sapiens* evidentemente se desarrolla en forma tardía desde hace mucho tiempo. "Esta extensa fase de niñez probablemente le aportó una ventaja evolutiva decisiva al hombre moderno", dice Hublin. Sólo el largo periodo de desarrollo y crecimiento y la extensa niñez asociada le dieron al *Homo sapiens* el tiempo necesario para ampliar de manera significativa sus capacidades cognitivas.

BAJAR DE LOS ÁRBOLES

A partir del desarrollo dentario del infante de Dikika, los investigadores concluyen que pudo haber tenido aproximadamente tres años. Las coronas de los dientes permanentes todavía están dentro del hueso mandibular, pero algunas de ellas ya están totalmente formadas. Los investigadores las midieron y a partir de su comparación con dientes de otros fósiles de *Australopithecus afarensis* dedujeron que el ejemplar de Dikika probablemente haya pertenecido a una pequeña niña. El cráneo relleno con arenisca ofrece un molde fosilizado de lo que fue el cerebro. Con un volumen de aproximadamente 330 centímetros cúbicos, no se diferencia demasiado del cerebro de un chimpancé de igual edad. Pero si comparamos el volumen del cerebro de la niña de tres años con un representante adulto de su misma especie, comprobaremos que el tamaño de su cerebro sólo alcanza entre el 63 y el 88% del de un *Australopithecus afarensis* adulto; en cambio, un chimpancé de tres años ya dispone de más del 90% del volumen cerebral de un chimpancé adulto. "Esto podría ser un indicio de crecimiento cerebral más lento", dice Alemseged. Para poder evaluar si el hallazgo es realmente representativo de los *Australopithecus afarensis*, sería necesario contar con varios esqueletos como éste – ante todo de niños de diferentes edades –, "pero los fósiles de niños pequeños son extremadamente raros, ya sólo por el hecho de que sus huesos son delicados e inmaduros", lamenta el paleoantropólogo.





C

◀ Canino de *homo sapiens* fosilizado de 160.000 años de antigüedad. En la superficie encontramos las llamadas líneas Retzius, que son una medida de la tasa de crecimiento (corte ampliado en el centro). A la derecha vemos un corte longitudinal virtual que nos permite estimar el espesor del esmalte dentario (línea roja en el extremo) y el largo de la raíz del diente (línea punteada blanca). [Escala: 2mm o 0,2 mm]

© Tomado de: PNAS, 2007, 104:6128-6133

los brazos tienen un aspecto más antiguo”, explica Jean-Jacques Hublin.

Una parte particularmente rara e inquietante del hallazgo de Dikika es el **hueso hioides**. Este hueso delicado mantiene la lengua y la laringe en su posición. Probablemente desempeñe un papel importante en la producción del habla humana y podría ayudar a los investigadores a comprender mejor la construcción y la evolución del aparato fonador humano. La forma de este hueso no se conoce en profundidad en especies de homínidos extintos. El único hioides de *Neandertal* encontrado hasta este momento se parece al del humano moderno y no al del chimpancé, aunque el hueso hioides de la niña de Dikika es más semejante al del simio africano. Así, este hallazgo confirma los cálculos de la anatomista británica Margaret Clegg y su colega, la antropóloga Leslie Aiello que, en 2002, intentaron encontrar indicadores para establecer la forma del hioides mediante el análisis estadístico de cráneos de monos y humanos. Según sus proyecciones, los aus-

Los investigadores sacaron conclusiones fundamentales de las partes esqueléticas debajo del cráneo llamadas *Postcranium*, en lo que se refiere a locomoción y tamaño corporal del *Australopithecus afarensis*. El fémur, la tibia y el pie de la niña demuestran que los *Australopithecus afarensis* caminaban erguidos ya a los tres años, aunque diferente del modo en que nosotros lo hacemos (recién hace 1,7 millones de años el *Homo erectus* desarrolló un andar erguido que coincide en lo esencial con el modo de locomoción del hombre moderno). Ambos omóplatos que se conservan íntegramente – los primeros hallados de los australopitecinos – son semejantes a los de un gorila joven y

probablemente facilitaban la función de trepar. “Partimos de la base de que el hombre primitivo todavía se podían mover con soltura por los árboles”, afirma el director de proyecto etiope. Tampoco sorprende que, por lo general, las diferentes estructuras y órganos evolucionasen a diferente velocidad, surgiendo así un **mosaico** de características originales y derivadas. Aquellas fuerzas de selección que dieron origen al andar erguido, primero repercutieron sobre las patas traseras y la pelvis; al principio los brazos y la espalda (omóplatos) eran menos importantes, “por eso la mitad inferior del cuerpo del *Australopithecus* encaja mejor con el andar erguido, mientras que la parte superior y

LOS ORÍGENES DEL PENSAMIENTO HUMANO



Condicionamiento por ubicación



Condicionamiento por objeto



¿Qué idea del mundo tenían nuestros ancestros evolutivos? ¿De qué estrategias se valían, por ejemplo, para buscar alimentos? Los fósiles no dan cuenta de todo esto. Por eso, los investigadores del Instituto Max Planck de Psicolingüística y de Antropología Evolutiva se valieron de la investigación psicológica comparada: compararon orangutanes, gorilas, bonobos, chimpancés y humanos en cuanto a sus preferencias por determinadas estrategias cognitivas aplicadas a encontrar objetos que habían sido escondidos. En sus experimentos, los investigadores escondieron objetos de dos maneras diferentes: en uno de los casos, el objeto se colocaba nuevamente en el mismo lugar en el que había sido escondido antes (por ejemplo del lado derecho de la mesa), pero debajo de otro objeto (por ejemplo debajo de una piedra en lugar de un trozo de madera). En el segundo caso, el objeto en sí mismo no sufría cambios, pero se lo cambiaba de ubicación. Los cuatro grandes simios y los niños pequeños de un año dieron preferencia al lugar para volver a encontrar lo que estaba escondido, incluso aunque ahora estuviera escondido debajo de un objeto completamente diferente. El resultado sugiere que esta preferencia forma parte de la herencia evolutiva de nuestro último ancestro común, que se extinguió hace aproximadamente 15 millones de años. Los niños de tres años, en comparación con los niños más pequeños, consideraban al elemento debajo del cual había sido escondido un objeto una referencia confiable, incluso cuando en un comienzo el escondite hubiera estado en un lugar completamente diferente. Los científicos cuentan con suficientes pruebas como para concluir que a los niños de un año y a los grandes simios les falta la capacidad de desarrollar una estrategia como la descrita, basada en el objeto. En lugar de ello, le dan preferencia a aplicar una estrategia que pone más énfasis en la ubicación. Es evidente que el mayor desarrollo cognitivo del humano lo lleva a ponderar nuevamente estas preferencias.

© Heun/Instituto Max Planck de Psicolingüística

D



© Reconstrucciones científicas: W. Schnaubelt & N. Kieser – Atelier WILD LIFE ART para el Museo del Estado de Hesse, Darmstadt.

▲ Familia de homínidos (línea superior desde la izquierda): *A. afarensis*, *K. platyops*, *P. boisei*, *H. Neanderthalensis*, *H. habilis*, y (línea inferior desde la izquierda): *A. africanus*, *H. erectus*, *A. anamensis*, *H. rudolfensis*.

→ tralopitecinos poseen un hioides con forma similar al de los chimpancés y gorilas. Pero ya en las formas anatómicas de transición entre los *Australopithecus* y el género *Homo*, el hioides se habría modificado en dirección al humano. Este es un indicio de que los primeros hombres primitivos utilizaban su aparato vocal de manera diferente que sus antepasados. La prueba directa más antigua de la forma típica del hioides humano data de hace 600.000 años: se trata del hallazgo de un *Homo heidelbergensis* en España.

Australopithecus afarensis está en la raíz del árbol genealógico del *Homo Sapiens*, pero entre el primer hombre de hace unos cuatro a tres millones de años y el primer hombre de anatomía moderna indiscutible hace aproximadamente 100.000 años hay un largo período de tiempo. La información obtenida a partir de los fósiles demuestra que en este período existieron muchos tipos de humano diferentes (Fig. D). No pertenecían a una misma familia en desarrollo, sino más bien representan a toda una serie de ramas evolutivas diferentes (el árbol genealógico humano es similar a un arbusto ramificado). De hecho, en estricto sentido biológico-evolutivo la mayor parte de los fósiles humanos conocidos, no se encuentran directamente en la rama del *Homo sapiens*; la mayoría de ellos podrían haber sido del mismo modo ramas secundarias y caminos sin salida, de los cuales ninguna pista nos lleva al mundo moderno.

No nos debe sorprender que la evolución en dirección al *Homo sapiens* no haya tenido un

desarrollo lineal. El centro de la evolución no es el progreso, sino el nacimiento de formas de diverso tipo, variedades, como las llamó Darwin. África, la cuna de la especie humana, demostró ser un punto de partida muy adecuado para la renovación evolutiva. ¿Por qué ha sido así? Si observamos la Tierra como un todo, nos encontraremos con un patrón de distribución característico de las especies: desde los Trópicos hasta la Antártida, el número de especies disminuye gradualmente (este es el patrón de distribución que rige para todas las formas de vida). Esto se debe, ante todo, a que en la región del Ecuador se dispone de mucha más energía (en forma de radiación solar) que en la Antártida. Por eso, en el Ecuador puede desarrollarse un número de formas de vida muchísimo mayor. Además, un medio de estructura diversificada es propenso a la producción de una mayor diversidad de especies o, dicho en otras palabras, la diversidad genera diversidad.

ADAPTACIÓN A OTROS NICHOS ECOLÓGICOS

Estas circunstancias nos resultan muy familiares en otras familias de animales, por ejemplo los bóvidos (*Bovidae*), rumiantes artiodáctilos con cuernos. África es su principal región de distribución, aunque también se los encuentra en todos los demás continentes (salvo en Australia). A esta familia pertenecen tanto los diminutos dikdiks como los búfalos cafre de gran tamaño. Si quisiéramos observar su evolución como una escala progresiva, nos encontraríamos con importantes dificultades. Las características de los diver-

so bóvidos de ninguna manera señalan progreso evolutivo, sino que son el resultado de la adaptación a los diversos requerimientos de los diferentes hábitat y de la oferta de alimentos vinculada a ellos. La mayoría de las familias de animales han adoptado formas muy diversas, en especial en los tramos iniciales de la historia de su evolución y no hay motivo alguno por el cual esto debiera haber sido diferente en la evolución del hombre.

Más de uno prefiere ver en el andar erguido más un progreso que una alternativa a desplazarse en cuatro patas. Así y todo, debiéramos preguntarnos si las diferencias de tamaño del cerebro entre los homínidos no podría ser lisa y llanamente una adaptación a los diferentes hábitat. La información que nos transmiten los fósiles nos muestra qué sucede con el aparente avance evolutivo: el *Australopithecus robustus* con su cerebro de tamaño relativamente pequeño, de hecho vivía en la misma época que el *Homo*, que estaba dotado de un cerebro de tamaño más grande. Los diversos homínidos no representan otra cosa que respuestas alternativas a las diversas condiciones del medio ambiente (evolución divergente).

Pensando en este patrón, se impone preguntarnos qué papel desempeña entonces el carácter único de la especie humana. Ahora bien, observando al hombre y a los grandes simios, pareciera que hoy llama la atención una presunta enorme brecha entre nosotros y nuestros parientes más próximos. Pero este espacio evolutivo no era un vacío en el pasado, sino que comprendía un número importante de otras formas de homínidos, aunque no todos vivieran en la misma época. Si los *Australopithecus* de robusta contextura hubiesen sobrevivido en África, no se hubiesen extinguido los *Neandertal* en Siberia o los *Homo erectus* en Java; en tal caso, las diferencias entre el hombre y el chimpancé ya no impresionarían tanto como lo hacen.

PIE DE IMPRENTA

Sociedad Max-Planck, Departamento de Información y Relaciones Públicas, Hofgartenstraße 8, 80539 München / e-mail: presse@gv.mpg.de

Redacción y texto: Dra. Christina Beck

Traducción: Astrid Wenzel

Diseño: www.haak-nakat.de

La versión en español se hizo con el apoyo del DAAD y con fondos del Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania.



SIEMENS

DAAD Deutscher Akademischer Austausch Dienst Servicio Alemán de Intercambio Académico

