«Origen y evolución del Hombre» (I)

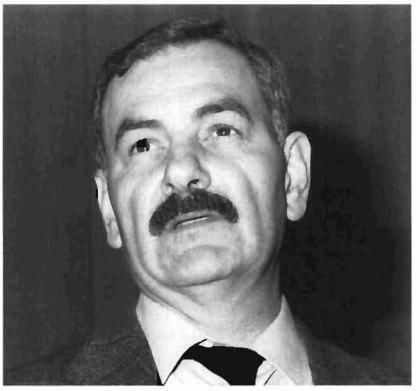
Participaron seis miembros del equipo investigador de Atapuerca

Del 5 al 28 de febrero pasado, se celebró en la Fundación Juan March un «Aula abierta» titulada «Origen y evolución del Hombre». Coordinada por José María Bermúdez de Castro, **Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, quien impartió dos sesiones («Los homínidos y el proceso de humanización» y «El desarrollo y las estrategias adaptativas de los homínidos»), contó también con la participación de** Juan Luis Arsuaga, **catedrático de Paleontología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, quien dio también dos conferencias («Marcha bípeda y el problema del parto» y «La evolución del cerebro y de la mente»);** Eudald Carbonell, **de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona («La evolución técnica»);** Juan Carlos Díez, **profesor de Prehistoria de la Universidad de Burgos («Estrategias de subsistencia y economía de los homínidos»);** Ignacio Martínez, **profesor titular en el departamento de Geología de la Universidad de Alcalá de Henares («La evolución del lenguaje»); y** José Miguel Carretero, **profesor titular de Paleontología en el departamento de Ciencias Históricas y Geografía de la Universidad de Burgos («Evolución del tamaño y la forma del cuerpo en los homínidos»). Todos ellos forman parte del equipo de investigación multidisciplinar de las excavaciones y estudio de los Yacimientos Pleistocenos de Atapuerca, codirigido por José María Bermúdez de Castro y Juan Luis Arsuaga, y que obtuvo el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 1997 y el Premio de Castilla y León de Ciencias Sociales y Humanidades 1998.**
A continuación ofrecemos un resumen de las conferencias de José María Bermúdez de Castro. **Próximamente se dará el de las restantes.**

José María Bermúdez de Castro

Los homínidos y el proceso de humanización

Los seres humanos, *Homo sapiens*, tenemos una serie de rasgos que nos distinguen de los chimpancés, los primates más próximos a nosotros en grado de parentesco. Los seres humanos caminamos sobre nuestros miembros inferiores y mantenemos una postura erguida de manera constante; tenemos un cerebro muy grande en términos absolutos y relativos al tamaño corporal (alto grado de encefalización); disponemos de una gran inteligencia, con capacidades intelectivas como la planificación, conciencia de nosotros mismos o pensamiento simbólico; tenemos una pinza de precisión entre los dedos índice y pulgar, que nos permite fabricar y manipular



José María Bermúdez de Castro es doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid. Fue profesor titular del departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y es Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con destino en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Desde 1991 es codirector de las excavaciones e investigaciones de los Yacimientos Pleistocenos de Atapuerca, habiendo recibido, entre otros premios, el Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica (1997) y el de Ciencias Sociales y Humanidades de Castilla y León (1998).

objetos de una manera extraordinariamente precisa; nuestro desarrollo es largo y complejo, con cuatro etapas bien definidas: infancia, niñez, fase juvenil y adolescencia; nuestros niños nacen con un desarrollo neuromotriz y muy escaso (altricialidad); disponemos de un lenguaje articulado de gran sofisticación y, en fin, nuestra estructura social es muy compleja. Pero el rasgo que mejor nos define es la cultura, un nicho específico que nos ha permitido ocupar de manera permanente la mayor parte de los hábitats de nuestro planeta.

Hace más de seis millones de años, según indican las investigaciones sobre biología molecular, el linaje evolutivo en el que figuramos los seres humanos (*tribu homini*) se separó del linaje de los gorilas y chimpancés (*tribu gorillini*). El registro fósil de los homininos alcanza ya una antigüedad próxima a los cinco millones de años y las investigaciones de la variabilidad de los rasgos anatómicos de los fósiles han permitido a los taxónomos distinguir en esta tribu hasta cinco géneros distintos: *Ardipithecus*, *Australopithecus*, *Kenyanthropus*, *Paranthropus* y *Homo*, cada uno de ellos con una o más especies. Los tres o cuatro primeros millones de años de evolución de los homininos ocurrieron exclusivamente en África y hace tal vez algo menos de dos millones de años se produjo la primera dispersión hacia Eurasia, protagonizada por una de las primeras especies de *Homo*.

Aunque el debate entre los especialistas sobre los criterios y métodos para el reconocimiento de especies en el registro fósil ha sido una constante en las investigaciones sobre nuestros orígenes, existe un acuerdo unánime en reconocer la extraordinaria diversidad de formas que nos han precedido en el tiempo. Algunas de esas formas, como los parántropos, tuvieron un gran éxito evolutivo durante cientos de miles de años, pero finalmente se extinguieron sin dejar descendientes. Durante la evolución de los homininos han surgido los rasgos que definen la gran riqueza de diversidad de este grupo de primates. La sucesiva aparición de los rasgos adaptativos fundamentales de nuestra especie es lo que se ha denominado, entre otras maneras, antropogénesis o procesos de hominización y humanización. Este proceso se puede inferir a través de nuestras investigaciones en el registro fósil y las preguntas esenciales se resumen en: cuándo, cómo, por qué y en qué orden han aparecido los rasgos que hoy definen a nuestra especie.

Se tiene certeza de que la adquisición de la bipedestación o marcha bípeda precedió en el tiempo a otras adaptaciones de los homininos. Es más, durante tres millones de años los homininos fuimos primates africanos

bípedos, con un cierto grado de dimorfismo sexual, que no perdimos ciertas capacidades para trepar con facilidad y que basamos nuestra alimentación en una dieta fundamentalmente con productos vegetales. Hace entre 2,5 y 2,0 millones de años tenemos constancia de la aparición de las primeras industrias líticas (Olduvayense o Modo 1), del inicio del consumo de carne y grasa de animales (probablemente mediante carroñeo), de la pinza de precisión, que capacitó a los hominínos para fabricar y manipular instrumentos líticos y de un cierto aumento de la capacidad craneal. Este conjunto de rasgos se combinó y retroalimentó para producir la radicación adaptativa del género *Homo*. En efecto, hace en torno a dos millones de años se produjo una diversificación de formas: *Homo habilis*, *Homo rudolfensis* y *Homo ergaster*, que exploraron nuevos nichos en el ecosistema y se convirtieron en los protagonistas del inicio de la última y definitiva fase del proceso de humanización.

La especie *Homo ergaster* tuvo un gran éxito evolutivo. Estos hominínos llevaron a cabo la primera dispersión lejos del continente africano y fueron capaces de dar el primer gran salto tecnológico con la producción del Achelense o Modo 2. En *Homo ergaster*, además, comenzó un proceso biológico de gran trascendencia para el proceso de humanización en el último millón y medio de años de evolución de los hominínos. La prolongación y complejidad del desarrollo ontogenético fue responsable de la progresión de rasgos tales como el incremento de la capacidad craneal y del éxito reproductor de las especies de *Homo*.

El desarrollo y las estrategias adaptativas de los homínidos

El desarrollo ontogenético de *Homo sapiens* es único entre los primates actuales por su duración (18 años) y complejidad. Nuestra infancia es relativamente corta (2,5 años) con respecto a la de chimpancés y gorilas (5 años) y se caracteriza, entre otros rasgos, por la lactancia, dentición decídua, desarrollo neuromotriz poco avanzado y en progreso y por un crecimiento encefálico muy rápido. La niñez es una fase nueva de nuestra evolución (novedad adaptativa) que se extiende hasta los siete años y en la que se mantienen algunos rasgos de la infancia. La niñez comienza con el proceso de destete, aunque el sistema digestivo de los niños permanece inmaduro hasta el final de este período. Durante la niñez el crecimiento corporal es muy lento, mientras que la tasa de crecimiento encefálico permanece alta, alcanzándose casi el cien por cien del volumen final del encéfalo hacia los siete u ocho años.

Nuestra fase juvenil es muy corta, pero en ella se producen cambios importantes. La dentición decídua deja paso a la dentición permanente o definitiva y se produce la maduración del sistema digestivo y la inmunidad del organismo. Hacia los diez años en las chicas y los doce años en los chicos comienza la adolescencia, en la que sucede la madurez sexual y el denominado estirón puberal. El importante cambio fisiológico que se produce en este período es responsable de la transición física y psicológica de los jóvenes hacia el estado adulto.

Las investigaciones de los últimos veinte años han permitido averiguar que nuestros ancestros del Plioceno, como los australopitecos y los parántropos y posiblemente también los primeros *Homo* (*H. Habilis*) tuvieron períodos de maduración similares a los de los simios antropomorfos (gorilas y chimpancés); es decir, aquellos homínidos africanos carecían de niñez y adolescencia y la infancia tendría una duración de aproximadamente cinco años.

El estudio del patrón de desarrollo dental de los homínidos ha sido el

método empleado en estas investigaciones, no sólo porque este patrón presenta un fuerte componente hereditario y es muy resistente a las perturbaciones del medio, sino porque guarda una estrecha correlación con otras variables del modelo de historia biológica (*life history pattern*) y está bien integrado en el plan de crecimiento y desarrollo somático de las especies. El patrón de desarrollo dental se puede definir por los tiempos de duración del crecimiento y desarrollo de cada una de las coronas y raíces de los dientes que componen el aparato dental, por las tasas de crecimiento de los tejidos dentales (esmalte y dentina) y por el «timing» de cada uno de los eventos del desarrollo de los dientes: tiempos de inicio y final de la formación de cada corona y raíz.

Los tiempos relativos de cada diente con respecto a los demás dientes ha sido un método muy utilizado, pues permite establecer una clara diferencia entre los simios antromorfos y *H. sapiens*. Cada individuo fósil con información sobre su «timing» de desarrollo dental puede ser comparado con los modelos «simio» y «sapiens» y establecer así su mayor o menor proximidad a uno de los dos modelos. El rasgo más distintivo entre los dos modelos es la diferencia entre la trayectoria de crecimiento y desarrollo de los dientes anteriores (incisivos y caninos) con respecto a los posteriores (premolares y molares). En *H. sapiens* los molares retrasan de manera conspicua su desarrollo con respecto a incisivos y caninos, mientras que en simios antropomorfos ese retraso no se produce. Las investigaciones del registro fósil nos indican que el modelo «sapiens» está presente en los homínidos desde hace al menos 800.000 años, en especies como *H. antecesor*, *H. heidelbergensis* y *H. neanderthalensis*, pero no así en *H. ergaster* y *H. erectus*.

El estudio del denominado «reloj biológico» de los dientes ha permitido averiguar los tiempos precisos de formación de la corona de los dientes de los homínidos plio-pleistocenos. El conteo de las estrías transversales circadianas (producidas por la secreción diaria de esmalte por los ameloblastos) y las estrías de Retzius (producidas por una perturbación aproximadamente semanal en la formación del esmalte) permite estimar tiempos de formación y está posibilitando el conocimiento del patrón de desarrollo dental de especies extinguidas.

Por otra parte, se ha demostrado una elevada correlación entre ciertos eventos del desarrollo dental, como la erupción de los dientes y el peso y volumen del encéfalo. Este último es nuestro órgano rector por excelencia y el verdadero «marcapasos» del desarrollo. En consecuencia, los datos sobre desarrollo dental y del cerebro obtenidos en el registro fósil representan la mejor aproximación al conocimiento del desarrollo de los homínidos.

En la actualidad se considera que la prolongación y progresiva complejidad del desarrollo de los homínidos pudo comenzar hace en torno a los dos millones de años, con la aparición del género *Homo*, si bien los métodos y técnica actuales sólo han permitido detectar una cierta aproximación al modelo «sapiens» en la especie *H. ergaster*. La niñez pudo comenzar y consolidarse como novedad adaptativa en esta especie. El incremento de la capacidad encefálica de los primitivos *H. ergaster* durante la infancia probablemente implicó un aumento del período de la infancia. No obstante, este incremento es peligroso por cuanto implica la prolongación del intervalo entre nacimientos y una tendencia hacia una estrategia «K» extrema. La niñez supone un método eficaz para acortar la duración de la infancia y, por tanto, de la lactancia. Durante la niñez puede continuar el rápido crecimiento del cerebro y una fase larga de aprendizaje, que han constituido una estrategia de primer orden en el género *Homo*. □

Ciclo coordinado por José María Bermúdez de Castro

«Origen y evolución del Hombre» (II)

Coordinada por José María Bermúdez de Castro, **Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, del 5 al 28 de febrero pasado, se celebró en la Fundación Juan March un «Aula abierta» titulada «Origen y evolución del Hombre». Además de Bermúdez de Castro, quien impartió dos sesiones (de las que se ofreció un resumen en el anterior *Boletín Informativo*), participaron** Juan Luis Arsuaga, **catedrático de Paleontología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid (quien estuvo a cargo también de dos sesiones);** Eudald Carbonell, **de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona;** Juan Carlos Díez, **profesor de Prehistoria de la Universidad de Burgos;** Ignacio Martínez, **profesor titular en el departamento de Geología de la Universidad de Alcalá de Henares; y** José Miguel Carretero, **profesor titular de Paleontología en el departamento de Ciencias Históricas y Geografía de la Universidad de Burgos. Todos ellos forman parte del equipo de investigación multidisciplinar de las excavaciones y estudio de los Yacimientos Pleistocenos de Atapuerca, codirigido por José María Bermúdez de Castro y Juan Luis Arsuaga, y que obtuvo el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 1997 y el Premio de Castilla y León de Ciencias Sociales y Humanidades 1998.**

Los temas de las ocho conferencias públicas fueron los siguientes: «Los homínidos y el proceso de humanización», por José María Bermúdez de Castro; «Marcha bípeda y el problema del parto», por Juan Luis Arsuaga; «La evolución técnica», por Eudald Carbonell; «Estrategias de subsistencia y economía de los homínidos», por Juan Carlos Díez; «El desarrollo y las estrategias adaptativas de los homínidos», por José María Bermúdez de Castro; «La evolución del cerebro y de la mente», por Juan Luis Arsuaga; «La evolución del lenguaje», por Ignacio Martínez; y «Evolución del tamaño y la forma del cuerpo en los homínidos», por José Miguel Carretero.

A continuación ofrecemos un resumen de las conferencias impartidas por Juan Luis Arsuaga (7 y 21 de febrero). En el próximo número de este *Boletín Informativo* se dará el de las conferencias restantes.

Juan Luis Arsuaga

Marcha bípeda y el problema del parto

Confieso que hice mi tesis doctoral sobre la pelvis en la evolución humana, especialmente en relación con la locomoción y con el parto, porque se trata de una cuestión apasionante, puesto que de todas nuestras características como especie nuestro tipo de parto es uno de los más originales o

distintivos. Tenemos un tipo de parto muy extraño y complejo, con una dinámica muy rara: porque parimos con dolor, como dice la Biblia. Una explicación es que se trate de una condena divina, pero los científicos buscamos otras explicaciones y éstas están en nuestra historia evolutiva. Buscamos una razón en los antecedentes fósiles de nuestra especie. Y cuando se analiza con esta perspectiva histórica los cambios que han tenido lugar en nuestra anatomía y que han producido este parto tan complicado, y tan apasionante por otro lado en su estudio, pues realmente se disfruta mucho.

La razón de que el parto sea doloroso es, por supuesto, la evolución y la postura bípeda: ésta es la responsable de que el parto sea tan complejo. En la evolución del parto hay dos etapas: una que tiene que ver con la adquisición de la postura bípeda y otra que es mucho más reciente y que tiene que ver con el grado de dificultad del parto, el que el parto sea tan ajustado. Realmente podemos establecer tres etapas en la evolución del parto: una primera de parto muy fácil, a comienzo de la evolución de los homínidos; una segunda etapa de parto biomecánicamente complejo pero no particularmente difícil, no muy ajustado; y una tercera etapa, que es la nuestra, de parto laborioso, con una dinámica compleja y al mismo tiempo un parto estrecho, difícil, en el que los diámetros del feto a término están muy cercanos a los diámetros del canal del parto.

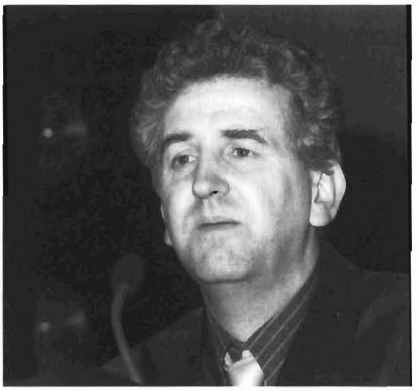
Los *australopithecus* son nuestros antepasados bípedos. Su aspecto, más allá de la postura bípeda, es el de un primate, no muy diferente de un chimpancé (de hecho se les ha calificado con frecuencia de forma impropia pero muy gráfica como «chimpancés bípedos», porque se parecen mucho, en estatura incluso, a lo que sería un chimpancé puesto de pie, aunque obviamente no eran chimpancés ni el hombre desciende del chimpancé: es una manera de expresar lo que hemos sido desde el punto de vista ecológico). Estos homínidos bípedos tienen más de tres millones de años (entre tres y cuatro).

Hay postura bípeda con seguridad hace algo más de cuatro millones de años y podemos ver que su aspecto (sobre todo en la estructura de su cráneo, en el desarrollo de su cerebro, etc.) no es muy diferente de los chimpancés vivientes. Los chimpancés actuales los podemos considerar como unos equivalentes ecológicos de los primeros homínidos, que eran forestales. Ha cambiado muchísimo nuestra visión del hábitat de los *australopithecus*. Tradicionalmente se les representaba en ambientes más abiertos, en las sabanas o praderas. Ahora nos los imaginamos como unos vegetarianos que vivían en un medio forestal, en una selva húmeda.

En esa época los homínidos conservaban la capacidad de subirse a los árboles –ahí estaba la mayor parte de su alimento: los frutos–, cosa que, por cierto, el hombre no ha perdido: seguimos teniendo de cintura para arriba la estructura de un arborícola. Aquellos homínidos adoptaron como solución para desplazarse de unos frutales a otros la postura bípeda, pero la mayor parte del tiempo lo pasaban en las copas de los árboles.

El parto en el chimpancé y en el humano

¿Cómo afecta eso al parto? Podemos comparar en diferentes especies de primates los diámetros del canal del parto –es un conducto de paredes óseas que tiene que atravesar el feto a término para nacer–. Se observa que el parto es muy ajustado en contra de lo que se suele pensar en la mayor parte de los primates: en un papión, en un macaco, por citar unos ejemplos, el parto es difícil, en el sentido de que los diámetros de la cabeza del feto a término y los diámetros del canal del parto son siempre bastante parecidos.



Juan Luis Arsuaga es doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid y catedrático de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la misma Universidad. Es también profesor visitante del departamento de Antropología del University College de Londres. Miembro del Equipo de Investigaciones de los Yacimientos Pleistocenos de la Sierra de Atapuerca desde 1982 y codirector del mismo. Es además miembro de la comisión de seguimiento del Museo del Hombre de París, entre otros cargos.

Los macacos tienen serias dificultades y unos porcentajes de mortalidad muy elevados en el momento del parto. Son casos de partos traumáticos que, como se ve, no son una especialidad humana. Curiosamente, en los primates que están más cercanos a nosotros, como son el «orangután pongo», el «chimpancé pan» y el «gorila», el parto es sumamente sencillo y, sin duda, se daba también en nuestros antepasados todavía no bípedos. Nosotros en esto nos parecemos al macaco y a otros primates que están muy alejados del hombre y, sin embargo, los parientes más cercanos y los primeros homínidos tienen un parto muy holgado.

En el parto de una hembra chimpancé y de una mujer las diferencias fundamentales se refieren a varios aspectos. En los chimpancés la trayectoria durante el parto es lineal, el feto a término describe en su «viaje» una trayectoria absolutamente recta y el parto es dorsal. En los humanos, el parto es ventral, eso quiere decir que se forma un ángulo recto entre la cavidad abdominal y la vagina y, por lo tanto, la trayectoria en el parto y el canal del parto está acodada, como resultado de la postura bípeda. Al ser bípedos los homínidos modificaron la orientación de la vagina y su abertura pasó de ser dorsal –como en el resto de los mamíferos– a hacerse ventral. Esto supone una primera dificultad inicial, que tiene que ver con la forma acodada de nuestro canal del parto; otra dificultad tiene que ver con la propia longitud del canal del parto, que es muy corto en los cuadrúpedos y es muy largo en nuestra especie. Podemos examinar, por otro lado, la forma de las paredes que es, por decirlo así, un tubo largo retorcido, y a eso se tiene que enfrentar el feto a término en el «viaje». Todos los obstáculos que tiene que sortear la cabeza del feto a término tienen que sortearlos después los hombros, que están situados en ángulo recto, con lo cual se tiene que rotar noventa grados el cuerpo para que por donde ha pasado la cabeza pasen luego los hombros.

La postura bípeda se alcanza hace algo más de cuatro millones de años en la evolución humana, pero tenemos muchos datos acerca de cómo es la pelvis hace algo más de tres millones de años, de forma que podemos enfrentarnos a la historia del parto en la evolución humana a partir de un esqueleto muy famoso de un *australopithecus* femenino, que tiene un mote, Lucy, y con el que se ha estado trabajando durante muchos años para entender esta problemática obstétrica en la evolución humana en los primeros homínidos. En relación con la postura bípeda se produce un cambio importante en la morfología de la pelvis, y esto se ve comparando la pelvis de un chimpancé –una pelvis muy grande– con la de Lucy –una pelvis bastante más pequeña–.

La postura bípeda ha traído, pues, una serie de consecuencias que se van a reflejar en el canal del parto. Podemos suponer que el feto a término de un australopitecus era en todos los aspectos relevantes de la morfología como el de un chimpancé, pues todavía no se ha producido la expansión del cerebro: Lucy no tenía un cerebro más grande que el de un chimpancé hembra adulto. Esto nos permite simular un parto con la pelvis de Lucy utilizando un feto a término de chimpancé; tenemos, pues, la oportunidad de suponer cómo era un parto de un homínido de hace tres millones de años. En mi opinión, no obstante, en los primeros homínidos nos encontramos ante un parto de características modernas, porque se puede determinar si el parto es dorsal o es ventral. ¿Cómo? Pues estableciendo la posición de la vulva, dónde está la salida de la vagina. ¿Cómo se puede saber esto? Pues estudiando la forma del hueso púbico. Si existe un triángulo subpúbico en una especie fósil –los chimpancés no lo tienen– eso quiere decir, en mi opinión, que la vagina se abre ventralmente, que por lo tanto el parto es ventral, de características modernas, en cuanto a su dinámica. Con una salvedad, y para eso hablaré de Atapuerca.

En un yacimiento de Atapuerca, que se conoce como la Sima de los Huesos, hemos encontrado pelvis masculinas y femeninas. Tenemos una pelvis masculina, que está más completa y que se ha hecho famosa, y a la que le llamamos Elvis; y que es de hecho la pelvis más completa del registro fósil de la evolución humana. Existen tres pelvis en el registro: una la de Lucy, que es media pelvis y está deformada; otra es la pelvis de un yacimiento israelí, que tiene 60.000 años y que estudiamos en relación con Elvis, y la tercera pelvis y la más completa de todas es ésta de Elvis. Mi sueño es encontrar una pelvis femenina en Atapuerca, para la que ya tenemos un nombre, más castizo: Lola. Hemos encontrado muchos fragmentos de Lola, pero no una pelvis completa, pues es un hueso muy frágil. Pero tenemos suficiente material como para reconstruir una pelvis femenina.

¿Qué nos dice Elvis? Sabemos muchas cosas, tiene unos 350.000-400.000 años según las últimas dataciones de estos fósiles de la Sima de los Huesos. Elvis mide entre 1,75 y 1,80 de altura, lo que le hace ser un individuo normal. El cilindro corporal de esos homínidos de hace 400.000 años de Atapuerca era mucho más ancho que el nuestro, de morfología moderna pero mucho más ancho. Con esas medidas hemos podido simular informáticamente un parto en la hipotética pelvis de Lola. Nosotros imaginamos el parto en la Sima de los Huesos con características modernas. El feto a término va a nacer por debajo del pubis y tiene la orientación que le corresponde a un feto a término moderno. Por eso pensamos que los partos en estas poblaciones de hace 400.000 años eran de características modernas en cuanto a rotación y a trayectoria. ¿En qué son, pues, distintos? Sólo en una cosa: en cuanto a su dificultad.

Con la aparición de nuestra especie, el *Homo sapiens*, se ha producido el último de los cambios importantes de la cadera, que es el estrechamiento del cilindro corporal, que hace que sea un parto muy ajustado. De tal modo, que cuando aparece la especie de *Homo sapiens*, hace entre cien y doscientos mil años, se produce una dificultad añadida al parto, que es el grado de ajuste entre los diámetros pélvicos y los diámetros cefálicos del feto a término, y eso es lo que da lugar a esa maldición bíblica de que el parto sea tan doloroso.

La evolución del cerebro y de la mente

El origen de la mente humana, de la mente consciente y racional, consti-

tuye un problema para el que seguimos sin tener una explicación definitiva y consensuada. La cuestión de cuándo apareció nuestra mente es casi la última que nos queda por resolver. El origen del debate en torno a ella se remonta al libro fundacional de la biología moderna que es *El origen de las especies* (1859) de Darwin. En él Darwin no planteó el tema del origen del hombre, aunque ya hablaba de la existencia de pasos graduales en el desarrollo evolutivo humano.

La teoría de la selección natural como mecanismo que ha producido nuestras características como hombres, que constituye la gran aportación de Darwin, también fue suscrita por Russell Wallace. Pero éste rechazó que la selección natural hubiese intervenido en la producción de la mente humana. A partir de entonces siguió el debate dentro del campo del evolucionismo y se siguen manteniendo ambas posturas, la darwiniana y la wallaciana. Dejando al margen cualquier intento de explicación sobrenatural para explicar el origen de la mente humana, que sería impensable en el terreno de la ciencia, digamos que dentro del evolucionismo nadie discute que las capacidades cognitivas y racionales del hombre tienen un origen natural y evolutivo.

Hay científicos que consideran que la aparición de la mente humana tiene un origen natural pero diferente del resto de características que sí se deben a la selección natural. La teoría wallaciana defiende que nuestra mente no ha aparecido en la evolución de una forma gradual, sino de manera súbita e imprevista en cierto modo. Este mecanismo, que sólo se ha producido en nuestra especie, es precisamente lo que nos singulariza. La escuela darwinista, en cambio, sostiene que la mente humana es un escalón más en la evolución. Ello permite dividir a los homínidos en dos categorías: los homínidos racionales o conscientes, los humanos, y los homínidos que no son humanos, que no tienen vivencias conscientes, los animales de nuestro grupo, una especie de superchimpancés.

Yo me sitúo en el lado de Darwin y sostengo que nuestras facultades mentales se han desarrollado a través de diversas especies. No somos la única especie humana que ha habido.

Estudiar las especies fósiles es el único método que tenemos para ver si han tenido una mente consciente o no. Un factor a tener en cuenta es, por ejemplo, el tamaño del cerebro. A mayor tamaño, mayor complejidad mental. Se han encontrado en Francia unos frisos de leones dibujados de hace 35.000 años, que constituyen una explosión de creatividad. Las características morfológicas de la especie humana moderna existen desde hace 100.000 años; sin embargo, esa explosión de creatividad se dio hace 35.000. Algunos autores piensan que se ha producido algo como una nueva mutación neuronal que afectó a los tejidos blandos del cerebro.

Nos encontramos también con que hace 35.000 años aparecen por primera vez objetos de carácter utilitario, herramientas que, además, son portadoras de mensajes, de signos y símbolos que pertenecen a un grupo. Los primeros objetos simbólicos creados por una mente humana se sitúan, pues, en torno a hace 35.000 años. Y aparecen de forma explosiva, pues antes no había nada semejante. Esto avalaría la teoría wallaciana de que algo extraordinario ocurrió en el desarrollo de las especies. Sin embargo, el resto de las variables da razón a Darwin, en cuanto a un desarrollo gradual.

Tenemos el caso de Lucy, un homínido muy parecido a un chimpancé bípedo. Se conservan moldes craneales que reflejan la forma del encéfalo y vemos que no son distintos a los de los chimpancés vivientes. En cuanto a su grado de encefalización, esos antepasados nuestros, pues, están en ese grado evolutivo de los chimpancés vivientes. En algunas cuevas del sur de África se encontraron restos de homí-

nidos asociados a herbívoros (gacelas), y se dedujo que los homínidos habían sido los que habían llevado allí a los herbívoros, con lo que eran capaces de organizarse, abatir presas, transportarlas y compartir el alimento. Y también se han encontrado restos de homínidos acumulados, quizá llevados allí por depredadores, leopardos y otras especies.

Evolución tecnológica gradual

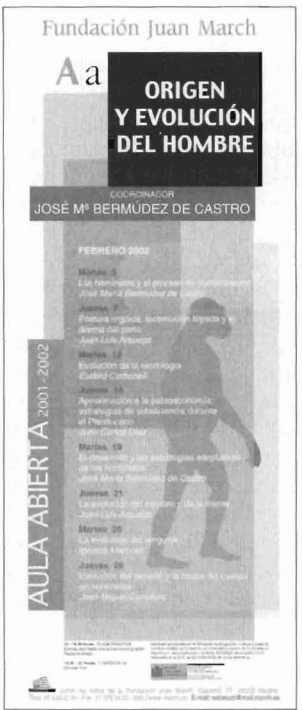
Vemos también la utilización de instrumentos de piedra con que se ayudaban para reducir el filo de un objeto. Con ello esos homínidos pudieron acceder a nuevos tipos de alimento, algo imprescindible para la expansión del cerebro. Es la primera vez que aparece la tecnología en la historia humana y a partir de ahí tenemos un desarrollo tecnológico que es propiamente gradual. Así que mientras que en el terreno de los símbolos asistimos a una explosión, el desarrollo tecnológico se va perfeccionando gradualmente. Aquí podríamos decir que Darwin gana y Wallace pierde.

Esos homínidos eran capaces de fabricar instrumentos de piedra muy perfectos. En el sentido morfológico sí asistimos, pues, a un proceso gradual. Desde el punto de vista de la apariencia física, tenemos otro argumento a favor de Darwin.

Y ahora damos un gran salto evolutivo y nos situamos en Atapuerca. Los homínidos encontrados aquí muestran que eran capaces de entender el funcionamiento de los ecosistemas europeos y sus ciclos estacionales, de sobrevivir en lugares en los que ningún otro primate ha podido hacerlo. Existe una complejidad mental que les permite entender cómo funcionan esos ciclos naturales y de ahí pudieron sobrevivir en el continente europeo. El mero hecho de haber podido escapar de África muestra que tenían una mayor capacidad para comprender los fenómenos naturales que los chimpancés, que no han salido de su ambiente tropical. Esto también aboga a favor de Darwin.

También en Atapuerca hemos encontrado al grupo humano, un comportamiento social de tipo moderno. Hay argumentos sólidos a favor de que la biología social de esta especie es una biología social humana. En el resto de especies cercanas a las nuestras no hay grupos sociales como los nuestros, como los gibones, orangutanes, gorilas, por ejemplo. Podemos, pues, constatar la existencia de una biología social hace 400.000 años.

Resumiendo: hemos visto las dos líneas evolutivas en que se produce el aumento del encéfalo. Una de ellas es la de los neanderthales, que desarrollan un gran cerebro, y la otra línea es la nuestra. Los neanderthales que vivieron en nuestro territorio hasta no hace mucho, pueden ser considerados como una especie moderna. Hace menos de 30.000 años los neanderthales tenían una mente instintiva, animal. Hacían fuego, enterraban a sus muertos. Sería la culminación de hasta dónde pueden llegar los genes. Sus acciones serían automáticas (también nosotros tenemos automatismos, como conducir, respirar, etc.) Pero cabe preguntarse: los neandertales ¿eran no humanos o humanos distintos? □



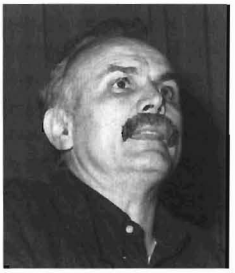
«Origen y evolución del Hombre» (y III)

Coordinada por José María Bermúdez de Castro, **Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, del 5 al 28 de febrero pasado, se celebró en la Fundación Juan March un «Aula abierta» titulada «Origen y evolución del Hombre», de cuyo contenido se ha venido informando en los dos números anteriores de este *Boletín Informativo*. A continuación se ofrece un resumen de las conferencias impartidas por** Eudald Carbonell, **catedrático de Prehistoria de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona («La evolución técnica»);** Juan Carlos Díez, **profesor de Prehistoria de la Universidad de Burgos («Estrategias de subsistencia»);** Ignacio Martínez, **profesor titular en el departamento de Geología de la Universidad de Alcalá de Henares («La evolución del lenguaje»); y** José Miguel Carretero, **profesor titular de Paleontología en el departamento de Ciencias Históricas y Geografía de la Universidad de Burgos («Evolución del tamaño y la forma del cuerpo en los homínidos»). Todos ellos forman parte del equipo de investigación multidisciplinar de las excavaciones y estudio de los Yacimientos Pleistocenos de Atapuerca (Burgos), codirigido por José María Bermúdez de Castro y Juan Luis Arsuaga, y que obtuvo el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 1997 y el Premio de Castilla y León de Ciencias Sociales y Humanidades 1998.**

Eudald Carbonell

La evolución técnica

La evolución cultural es un producto del desarrollo humano y de la evolución biológica. Hace cinco millones de años el azar nos hizo homínidos y la lógica nos va a hacer humanos. Las herramientas de piedra y madera que construyeron los homínidos para adaptarse al entorno construyeron la inteligencia operativa, y ésta se fue sublimando hasta poder llegar a la conciencia, por lo tanto a nuestra capacidad de interpretar quiénes somos, cuándo aparecimos, cómo hemos evolucionado. Sin la aparición de la posición bípeda, que se dio entre 5,5 y 6 millones de años, no hubiéramos podido liberar las manos para la producción de instrumentos en el exterior de nuestro cuerpo. Por tanto, hace cinco millones de años empezó el proceso de hominización, y con ella la capacidad biomecánica que influiría en la aparición de nuestras representaciones cerebrales posteriores.



Entre 3 y 2,4 millones de años un cambio climático provoca una gran aridez en el continente africano. El planeta se enfría y en África nacen ecosistemas muy variados. Homínidos que están acostumbrados a vivir en zonas arbóreas han de adaptarse a espacios abiertos, con menos árboles, a sabanas extensísimas en las que los animales depredadores son abundantes.

Para esta adaptación necesitan establecer nuevas formas de obtener energía del medio y sobre todo conseguir una ingesta diferente a la que habían tenido hasta entonces. Ellos eran herbívoros, comían hojas y frutos, y para adaptarse al nuevo medio han de incorporar el consumo de carne, transformarse en omnívoros y así poder en muy poco tiempo obtener energía y sobrevivir. Y en ese mismo momento su cerebro aumenta un poco y aparece la inteligencia operativa. Estos homínidos, de forma inconsciente, empiezan a dejar escrita información en cantos tallados, lascas y piedras. En ese modo de golpear una piedra con otra, de fabricar una herramienta con otra, hemos de buscar el inicio de la conciencia, de la inteligencia operativa, en definitiva del proceso de humanización.

En el proceso de adaptaciones técnicas que han influido en la estructura social de la humanidad, los restos hallados en los yacimientos de Atapuerca han aportado datos científicos básicos que nos permiten sostener que la complejidad cultural en nuestro género aparece como mínimo hace 450.000 años. Los procesos de resocialización que los conocimientos técnicos han ido implementando en el proceso evolutivo estallan, se nuclean a partir de los 450.000 años, y la resocialización completa de esos procesos se produce hacia los 40.000 años.

Juan Carlos Díez

Estrategias de subsistencia

¿Cómo era el modo de vida de los grupos humanos del Pleistoceno medio? ¿Cómo era la vida diaria, el transcurrir de los días de aquellos pobladores de la sierra de Atapuerca hace ochocientos mil y trescientos mil años de antigüedad? Nos centraremos aquí en el *Homo antecessor* y el *Homo heidelbergensis*. Entre ambos grupos hay un lapso considerable de tiempo, en torno al millón de años, dentro de un mismo sistema económico, el cazador-recolector. En cuanto salen del continente africano ocupan las áreas más meridionales de Asia. Les encontramos a las puertas de Europa en torno a hace 1,4 millones de años. Para esta fecha ya se ha creado una nueva tecnología. Es factible suponer que la ocupación humana de lo que es el área más occidental del continente europeo se encuentre en 1,2 millones de años de antigüedad. En la Sima del Elefante, en Atapuerca, se ha encontrado una serie de fragmentos óseos con marcas de corte, calizas y sílex que parecen indicar que un ser con capacidad de crear instrumentos ya ocupaba Europa en esos momentos. Pero en Europa no encontrarán el mismo ecosistema de África. Se enfrentan a una gran variabilidad estacional, distinta de la relativa homogeneidad de los ámbitos tropicales. Encontrarán también muchos animales que ya conocían: elefantes, rinocerontes, y otros nuevos para ellos, como los grandes cérvidos, équidos, bóvidos, los bisontes...; todo un ecosistema bastante rico en herbívoros y que a priori podía sustentarles bien.

Estos grupos desarrollarían estrategias para consumir carne y disponer de refugios para poder alimentarse y estar a salvo de los otros depredadores. El medio ambiente, en contra de lo que se suele creer con las glaciaciones, no fluctuó tanto entre fases frías y

cálidas. Hubo, sí, períodos glaciares que afectaron a la península ibérica, pero no tanto como en Inglaterra y en el norte de Europa. Los grupos humanos que vivían en la península ibérica y, concretamente, en Atapuerca, estaban en cierto modo salvaguardados de esos rigores climáticos que experimentó buena parte del continente euroasiático.

La sierra de Atapuerca debía de estar rodeada por grandes masas de agua que permitían la instalación en ella de esos grupos humanos. Y algo muy importante fue la búsqueda de materias primas para la fabricación de instrumentos. Los grupos humanos de hace 800.000 años necesitaban las piedras más idóneas para ese fin, y precisamente la sierra de Atapuerca está rodeada de terrazas en las que se han ido depositando bloques de pedernal. Disponían así del agua y de las materias primas para realizar sus instrumentos. Los cráneos y huesos nos hablan de un ligero dimorfismo sexual, de que buena parte de sus estrategias para conseguir alimento eran parecidas a las de los animales, de ciertas patologías como sordera o infecciones bucales y otros aspectos de la conducta. La boca era empleada como tercera mano, para sujetar el alimento con los dientes, utilizaban palillos de dientes...

Una de las hipótesis que hemos formulado es que los grupos humanos de *Homo antecessor* en la sierra de Atapuerca eran caníbales. También se ha documentado la instalación de campamentos, lugares de reunión para planificar y compartir alimento y transmitir culturalmente sus experiencias. Se habla de diversos tipos de estrategias en los grupos humanos en el Pleistoceno medio: eran carroñeros, cazadores o, probablemente, practicaban ambas opciones colectoras.

Ignacio Martínez Mendizábal

La evolución del lenguaje

El lenguaje es, ante todo, una función del cerebro, una propiedad de la mente. En el siglo XX se tuvo la impresión de que el lenguaje habitaba –si se me permite la expresión– en dos regiones básicamente del cerebro humano: el área de Broca y el área de Wernicke. Ésta última es la encargada de convertir las ideas en palabras y se comunica con el área de Broca, que planifica toda la secuencia de movimientos de los músculos que hay que generar para decir algo tan sencillo como «árbol». Las dos áreas producen abultamientos en la topografía, en la superficie de la corteza cerebral; y esto es una característica casi exclusiva de los humanos. Dada esta peculiaridad topográfica, bastaba con estudiar los moldes endocraneales de los especímenes fósiles. Cuando los homínidos mueren sus cerebros, por supuesto, se descomponen, pero la morfología de su corteza, de su superficie externa, está impresa en las paredes internas del cerebro, y como los cerebros muchas veces se conservan es posible obtener un molde de la superficie cerebral de los homínidos del pasado. Así pudieron estudiarse ambas áreas, sobre todo la de Broca, que es la que más huellas ha dejado. Se vio así que restos con casi dos millones de antigüedad ya tenían un área de Broca incipientemente desarrollada, y era mucho más notable este desarrollo en humanos de cerca

de 1.800.000 años: su área de Broca era como la nuestra. Pero la neurobiología ha descubierto que el área de Broca no está comprometida exclusivamente con la función del lenguaje: hay otras zonas de la corteza cerebral que están implicadas cuando hablamos o escribimos. Pero lo terrible para los paleontólogos fue cuando se descubrió que el área de Broca participa también de otras funciones: de los movimientos de precisión de la mano derecha. Así que en el caso de aquellos fósiles ya no sabemos si hablaban o más bien utilizaban con gran destreza las manos. Si no podemos acceder al lenguaje de manera directa, estudiando la superficie cerebral, ¿qué otra vía de acceso han encontrado los paleontólogos para acceder a este problema? Pues la otra vía de acceso es estudiar el órgano a través del cual el cerebro se manifiesta, y este órgano, conocido como aparato fonador o vías aéreas superiores, consta básicamente de las cuerdas vocales que están en la laringe, que es una fuente de emisión sonora. Estas vías aéreas en nuestra especie no están sólo comprometidas en la emisión de sonidos, sino que tienen que desempeñar otras funciones que son capitales para la supervivencia: el alimento y la bebida pasa por estas vías aéreas y también el aire camino de los pulmones. En su anatomía las vías aéreas de un humano adulto son muy diferentes en un par de cuestiones capitales de las de un chimpancé, y la morfología de éste es la anatomía básica de un mamífero: los «raros», pues, somos los humanos adultos, y lo somos porque la cara es muy corta, está por debajo del cráneo, y nuestra laringe está situada muy abajo en el cuello respecto de la posición de un chimpancé. Y el hecho de que la laringe sea muy baja determina que la faringe sea muy larga y, por tanto, la probabilidad de que el alimento, en vez de bajar al esófago, «se equivoque» e ingrese en la tráquea es mucho mayor, y se produzca el «atragantamiento», que en los humanos es un problema grave. Podemos preguntarnos, pues, cómo es posible que la selección natural nos haya hecho esta faena. Darwin ya se ocupó de este enigma y encontró una respuesta: hay órganos que han perdido eficacia en el desempeño de una función pero han adquirido una función nueva que es más importante para la supervivencia del individuo. ¿Y qué función es la que desempeñan las vías aéreas de un humano que no pueda hacer un chimpancé y qué ha podido primar en términos de selección natural para cumplir sus otras funciones?

Podemos observar los movimientos de la lengua cuando producimos tres vocales: la «i», la «a» y la «u». Si comparamos el aparato fonador de un chimpancé con el de un humano nos encontramos con el segmento horizontal acortado y el vertical alargado y ambos son de la misma longitud. El triángulo vocálico es crucial para entender nuestra comunicación. Cuando hablamos y producimos las vocales que son la base del lenguaje, lo que es importante para comunicarnos es que los sonidos vocálicos sean claramente distinguibles y los tres sonidos que mejor se distinguen por ser sus propiedades acústicas las más diferentes son estas tres vocales. Estos tres sonidos no los puede emitir un chimpancé. Para conseguir esto se ha modificado nuestro aparato fonador. Como este instrumento tan especial que tenemos se puede argumentar que ha sido tallado por la selección natural, por su uso del lenguaje, hay que admitir –si esto es cierto– que pilotando ese proceso estaban las facultades mentales. Tuvo que haber una mente con capacidades lingüísticas que era la que dio rentabilidad a las variaciones anatómicas que permitían usar esta capacidad. Y todo esto, desde esta perspectiva, es lo que nos permite rastrear en la anatomía de los fósiles aquellos indicadores que nos permitan saber si la laringe estaba alta o baja y, por tanto, si hablaban o no; no si fueron los primeros, pero sí, al menos, que esos fósiles hablaban.

José Miguel Carretero

Evolución del tamaño y la forma del cuerpo en los homínidos

El tamaño de un animal cualquiera no es un capricho de la naturaleza, muy al contrario, el tamaño corporal es un factor de importancia capital en la vida de cualquier especie, 1º) porque está relacionado con muchos de los llamados «factores vitales» de nuestra vida; y 2º) porque cada nicho ecológico está asociado a un determinado tamaño corporal, que solemos llamar tamaño óptimo, y que depende, en parte, de la habilidad para conseguir y procesar alimentos.

En términos darwinistas ser pequeño es maravilloso ya que el potencial reproductivo es mucho mayor, luego: ¿qué ventajas tiene entonces ser grande? Ser grande también tiene algunas ventajas, ya que como el tamaño afecta a un montón de factores esenciales de nuestra ecología. Entre otros muchos podemos citar: 1º) Abre un amplio espectro de posibilidades dietéticas. 2º) Mejora las posibilidades de defensa contra los predadores. 3º) Permite subsistir con alimentos de baja calidad ([energía basal] = [peso corporal]$^{0.75}$. Y 4º) Mejora la eficacia termorreguladora. En general, en un individuo grande la relación superficie-volumen es pequeña (poca superficie y mucho volumen) lo que ayuda a mantener el calor.

Bien, ¿y los homínidos somos grandes o pequeños? Los primates son mamíferos de tamaño medio, pero considerando que la gran mayoría de los mamíferos son los llamados micromamíferos, resulta que los homínidos, incluso los primeros homínidos, son a todos los efectos mamíferos de gran tamaño y viven por tanto vidas lentas.

Los primeros homínidos, a los que llamaremos de forma general australopitecos, podemos definirlos como auténticos «chimpancés bípedos». Quizá el esqueleto de australopiteco más famoso sea el de Lucy, de la especie *Australopithecus afarensis*. Las hembras de esta especie medían alrededor de 1 m y pesaban 30 Kg., mientras que los machos medían 1,50 m y pesaban unos 50 Kg. (algo menos que un chimpancé). Su dimorfismo sexual era muy elevado, casi tan grande como el del gorila, en el que un macho es 1,5 veces más grande que la hembra. El dimorfismo sexual es otra variable relacionada con el tamaño corporal y además con la biología social de las especies. El gran dimorfismo sexual de *A. afarensis* se puede interpretar como una adaptación para la lucha entre machos por el acceso a las hembras. Lo más aceptado hoy en día es que estos homínidos quizá vivían en pequeños grupos familiares en los que un macho controlaría unas pocas hembras (quizá no más de dos o tres) y sus crías.

Otro factor en el que el tamaño del cuerpo influye decisivamente es la encefalización, o relación entre el tamaño corporal y el cerebral, que da una medida de la inteligencia. Los primeros homínidos eran algo más pequeños que los chimpancés, sin embargo, sus cerebros eran un poco más grandes que los de éstos. El ligero aumento de cerebro junto con un cuerpo ligeramente menor significa necesariamente una mayor encefalización. Es decir, que los australopitecos habían conseguido de una sola tacada dos adaptaciones cruciales, la bipedestación y un mayor grado de encefalización respecto a los primates anteriores en el tiempo.

Australopithecus garhi, es una especie de homínido interesante para el tema que nos ocupa. Sus restos han sido hallados en el este de Etiopía y están datados en 2,5 millones de años. Los huesos postcraneales presentan un cambio en las proporciones entre los miembros superior e inferior. El fémur se ha alargado sensiblemente con relación al miembro superior como ocurre en los humanos, aunque aún presenta antebrazos largos respecto a los brazos.

En 1964 y a partir de diversos fósiles encontrados en la Garganta de Olduvai se define la especie *Homo habilis*, primer representante de nuestro género con una antigüedad entre 2,5 y 1,8 millones de años. El cerebro de *H. habilis* varia entre los 513 cc y los 650 cc. Del cuerpo de estos primeros *Homo* sabemos poco, aunque parece que eran como los australopitecos. Sin embargo, *Homo habilis* supone un gran cambio en el plano ecológico: abandona el bosque, se hace consumidor de proteínas animales, fabrica las primeras herramientas, aumenta su complejidad social y probablemente desarrolla un lenguaje, aunque sorprendentemente su cuerpo sigue siendo el de un australopiteco.

Hace 1,8 millones de años aparece en escena (África oriental y Sudáfrica) un nuevo tipo humano al que llamamos *H. ergaster*. El cuerpo de éste es plenamente humano y este homínido está ya preparado para emprender la gran aventura que supone colonizar nuevos mundos. Algunos individuos de esta especie habrían alcanzado el 1,80 m y un peso de 68 Kg., o sea, un gigante en comparación con los homínidos precedentes e incluso grande para nuestra propia especie. Toda su anatomía es muy similar a la nuestra y la capacidad craneal de la especie estaba entre 800 y 900 cc.

Entre el *H. ergaster* de 1,6 millones de años y los neandertales europeos clásicos (50.000 años B.P.) el vacío de fósiles postcraneales era absoluto hasta que aparecieron los homínidos de la Sima de los Huesos y la Gran Dolina de Atapuerca. La Pelvis I de la Sima de los Huesos, apodada Elvis, nos ha aportado información crucial sobre la eficacia biomecánica de la pelvis, el dimorfismo sexual en los humanos de hace 400.000 años, la edad de muerte, la forma del cuerpo, el peso corporal, la estatura, la encefalización, el proceso del parto y la altricialidad de estos homínidos. Elvis tiene todos los rasgos morfológicos masculinos muy marcados y pertenece a un varón sin lugar a dudas. Este individuo superó los 35 años, su estatura estaría cercana al 1,80 m y su peso corporal superaría los 100 Kg. La robustez de Elvis es exagerada y fuera de los rangos humanos actuales y además es extraordinariamente ancha. Elvis, a pesar de ser un hombre, tiene unas dimensiones del canal del parto enormes y podría haber dado a luz a un niño actual. Esto significa que las mujeres de su especie con un canal del parto aún más ancho habrían dado a luz a un feto del tamaño de los nuestros de una manera ligeramente más cómoda. A pesar de ello, la forma del parto sería la misma que en nuestra especie, es decir, doble rotación, salida anterior, gran flexión de la columna vertebral y cara hacia abajo.

El cuerpo de Elvis, alto, robusto y muy ancho, es el cuerpo primitivo presente en todos los representantes del género *Homo* excepto uno, el *H. sapiens*, que se ha convertido en unos humanos «light». □