



El origen de la mente simbólica: la evidencia paleontológica

*The Origin of the Symbolic Mind:
Paleontology Evidence*

■ Ignacio Martínez Mendizábal

Resumen

Desde el descubrimiento de la selección natural como fuerza motriz del fenómeno evolutivo se discute su importancia en el proceso que determinó el origen de la mente simbólica. El registro fósil de la evolución humana aporta pruebas de gran interés en este debate, especialmente en lo concerniente al problema del origen del lenguaje. Las investigaciones en curso sobre los fósiles humanos de hace 400.000 años, que proceden de la Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos), prometen aportar información trascendente sobre el origen del lenguaje hablado.

Palabras clave

Selección natural. Mente simbólica. Atapuerca. Origen del lenguaje.

Abstract

Since the discovery of the natural selection as the driving force of the evolutive phenomenon, its importance in the process that determined the origin of the symbolic mind has been discussed. The fossil registry of human evolution supplies evidence of great interest in this debate, especially in regards to the problem of the origin of language. The research underway on human fossils of 400,000 years ago, that come from the Sima de los Huesos (Atapuerca Mountain Range, Burgos), promises to supply important information on the origin of the spoken language.

Key words

Natural selection. Symbolic mind. Atapuerca. Origin of language.

El autor es Profesor Titular de Paleontología de la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid), Miembro del Centro de Evolución y Comportamiento Humano (UCM-ISCIH) e Investigador del Proyecto Atapuerca. Entre otros libros y trabajos científicos es coautor del best-seller científico: Arsuaga JL y Martínez I. *La especie elegida*. Madrid: Temas de Hoy, 1998.

■ Darwin y Wallace, historia de un desencuentro

Es relativamente frecuente en la historia de la Ciencia que dos o más científicos realicen el mismo descubrimiento de manera simultánea. Lo que resulta más raro es que los investigadores involucrados, y sus seguidores, no se enzarcen en una agria polémica sobre a quién debe otorgársele la auténtica paternidad del hallazgo, disputando sobre quién fue realmente el primero en llevarlo a cabo o sobre a cuál le corresponde mayor mérito en su consecución.

Estas polémicas nos iluminan sobre un aspecto muy relevante de la idiosincrasia de la mayoría de los científicos. El quehacer científico no se encuentra entre aquellos que rinden importantes beneficios económicos (es algo que siempre decimos a los aspirantes a científicos para que valoren la profundidad de su vocación: "si lo que deseas es ganar dinero no te dediques a la ciencia"). Y puesto que no se espera recompensa económica, ¿qué puede mover a algunas personas a consagrar su vida a la investigación? La respuesta depende de cada caso individual, pero, generalizando, dos son los aspectos fundamentales que componen la vocación de la mayoría de los científicos. Por un lado, una irresistible curiosidad por la Naturaleza, el deseo de conocerla y comprender las leyes que la rigen. El científico de casta no descansa cuando abandona su despacho, laboratorio o lugar de observación. No se olvida de los problemas hasta el día siguiente, sino que se los lleva a casa, cena con ellos, duerme con ellos, sueña con ellos y se los encuentra a su lado cada mañana. En palabras de Ernst Mayr: "Ser biólogo no es un trabajo; es elegir un modo de vida". Por otro lado, los científicos comparten con Aquiles el motivo que le llevó al pie de las murallas de Troya; no fue el deseo de riquezas, sino el gusto por la Gloria. No está en la naturaleza humana la renuncia al reconocimiento de los propios logros.

Por todo ello, la relación que mantuvieron los dos descubridores del mecanismo de la selección natural y de su importancia como fuerza motriz del proceso evolutivo resulta infrecuente y ejemplar. Aunque hoy no tenemos dudas de que la idea alumbró primero en la mente de Darwin, fue Wallace el primero que la plasmó en un artículo científico. Sin embargo, la intervención de los influyentes amigos de Darwin y, sobre todo, la extraordinaria honradez intelectual de Wallace hicieron posible que la revolucionaria idea, una de las más importantes de la historia del conocimiento, viera la luz ligada a los nombres de Darwin y Wallace.

Darwin nunca olvidó el gesto de Wallace y siempre reconoció, y aún subrayó, la importancia de éste en el descubrimiento de la selección natural. Y cuando Wallace cayó en el desprestigio por haber apoyado la realidad científica de determinadas prácticas espiritistas, la voz de Darwin se alzó para recordar lo mucho que la ciencia debía al co-descubridor del mecanismo de la evolución. Más aún, Darwin utilizó todo su prestigio e influencia para conseguir, en contra la opinión de científicos de gran talla y amigos suyos, que se concediera a Wallace una pensión oficial que aliviara la situación de grave penuria económica en la que se hallaba.

En este contexto de aprecio mutuo, adquiere gran relevancia el desacuerdo que se produjo entre ambos acerca de la importancia de la selección natural en el advenimiento de la más singular de todas las características del ser humano: la mente simbólica. Darwin sostenía que las capacidades intelectuales superiores de los seres humanos se debían a la acción de la selección natural y, en consecuencia, éstas habían ido apareciendo de manera gradual a lo largo de la historia de nuestra estirpe ("La Psicología se basará firmemente sobre nuevos cimientos, los de la necesaria adquisición gradual de cada una de las facultades y aptitudes mentales"). Mientras que Wallace opinaba que dichas capacidades tenían un origen sobrenatural ("algo que no proviene de sus progenitores animales, posee una esencia o naturaleza espiritual que solo halla una explicación en el invisible universo del espíritu") y, por tanto, habían aparecido de manera súbita. No es difícil imaginar el profundo desasosiego, incluso el desgarró, que las ideas de Wallace debieron de ocasionar a Darwin. Hombre mesurado en las palabras, Darwin escribió a Wallace: "Lamento estar en desacuerdo con usted... Confío en que no haya asestado un golpe mortal a nuestra común criatura".

Hoy día, casi ciento cincuenta años después de esta polémica entre los progenitores de la idea de la selección natural, ningún científico defiende las ideas de Wallace sobre el origen sobrenatural de nuestra mente. Pero aún hay un aspecto de aquella disputa que continúa alimentando el debate. Se trata de la naturaleza del proceso que desembocó en la aparición de nuestra mente. Mientras que unos, en línea con Darwin, la vislumbran como consecuencia de la infatigable y atenta labor de la selección natural, otros la perciben como el fruto de un fenómeno evolutivo en el que la selección natural no es la protagonista (pero para el que se proponen, lo subrayo de nuevo, causas de origen natural). El primer punto de vista predice la aparición gradual de nuestras capacidades y facultades mentales, mientras que el segundo planteamiento aboga por la irrupción de las mismas en nuestra historia evolutiva.

Para encontrar datos y argumentos en los que cimentar sus teorías, ambos bandos dirigen sus miradas hacia la prehistoria. Si, como postulan unos, la mente simbólica fue forjada por la selección natural, entonces encontraremos el rastro de su desarrollo gradual en las actividades de los humanos del pasado a través de tres señales de su presencia en la cultura material de la humanidad prehistórica: la tecnología, la cultura de la muerte y el arte.

La talla sistemática de la piedra puede considerarse como un indicador fiable de las capacidades tecnológicas de nuestros antepasados. Las primeras piedras talladas proceden de la localidad etíope de Gona y cuentan con una antigüedad cercana a los 2,5 millones de años. De la misma región, y sólo algo más jóvenes (2,3 millones de años), se conocen los primeros restos fósiles atribuibles con certeza a nuestro propio género (*Homo*). Estas piezas de industria lítica se asignan al denominado *Modo 1* u Olduvayense, una manera sencilla de tallar la roca que se caracteriza por la ausencia de estandarización de sus productos y el escaso número de golpes empleados en su confección. Hace 1,6 millones de años, la talla de la piedra experimentó una revolución y apareció el *Modo 2* o Achelense, mucho más elaborado que el *Modo 1*. Son piezas características del Achelense los bifaces, grandes lascas talladas por sus dos

caras. Estos instrumentos muestran una alta estandarización y su elaboración requiere un elevado número de golpes y giros de muñeca para ir tallando la roca por todo su perímetro. Entre los bifaces destacan las hachas de mano, herramientas hermosamente simétricas en las que ambos filos convergen hasta formar una punta. El denominado *Modo 3* o Musteriense (en Europa) constituye una nueva forma, aún más compleja, de confeccionar instrumentos líticos que apareció hace entre 300.000 y 200.000 años. Los núcleos son prefigurados mediante la talla antes de proceder a extraer de ellos las lascas, que constituyen los auténticos productos de esta forma de trabajar la piedra. Finalmente, hace alrededor de 40.000 años surgió la más elaborada de todas las formas de talla, el *Modo 4*, que es casi exclusivo de nuestra especie (con la excepción del llamado Chatelperroniense, atribuido a los neandertales).

Esta secuencia temporal de modos técnicos, progresivamente más complejos, puede invocarse en defensa de la idea de la aparición gradual de la mente humana. Sin embargo, hay autores que no reconocen en los distintos modos técnicos la prueba de la existencia de nuestra mente simbólica y aducen que la piedra puede ser tallada, aún de manera complicada, sin necesidad de invocar la existencia de una mente humana.

La cultura de la muerte es una peculiaridad del comportamiento humano que no puede admitirse sin el concurso de una mente simbólica. El colocar deliberadamente a los muertos en lugares recogidos, incluso enterrarlos, y situar junto a ellos objetos u ofrendas solo puede explicarse por la existencia de creencias compartidas por todo un grupo. Existen enterramientos indisputablemente atribuidos a nuestra propia especie con antigüedades próximas a los 90.000 años. En el caso de los neandertales, se conocen enterramientos algo menos antiguos (del orden de los 60.000 años de antigüedad). Aunque para la mayoría de los especialistas no existen dudas sobre el carácter funerario de dichos yacimientos, para otros (la minoría) caben otras explicaciones, no relacionadas con la cultura de la muerte.

Especialmente interesante resulta el caso del yacimiento de la Sima de los Huesos en la Sierra de Atapuerca, donde se ha encontrado la mayor acumulación de fósiles humanos de la historia. El yacimiento se encuentra al pie de una sima de 14 metros de caída, que se abre en el suelo de una de las galerías de la denominada Cueva Mayor, a más de 600 metros de distancia de su actual entrada. Desde 1976 se han rescatado restos de cerca de treinta esqueletos correspondientes a individuos de ambos sexos y de diferentes edades, desde la niñez hasta la senectud. La antigüedad de estos fósiles humanos ha sido establecida firmemente, mediante técnicas de datación radiométrica, en cerca de 400.000 años. Comparten el yacimiento con los fósiles humanos restos de más de 160 osos (de una especie extinguida hace más de 120.000 años), algunos leones, lobos, panteras, zorros y otros pequeños carnívoros.

Los estudios realizados desde hace casi dos décadas han descartado que los cuerpos humanos llegaran a la Sima de los Huesos como consecuencia de las actividades de los carnívoros y tampoco hay evidencia de la ocurrencia de algún acontecimiento catastrófico. Los investigadores del equipo que excavamos en este yacimiento nos inclinamos por el origen antrópico como la hipótesis más plausible para explicar esta extraordinaria acumulación de fósiles huma-

nos. El hallazgo, en 1998, de un hacha de piedra tallada en cuarcita roja, un material muy raro en la Sierra de Atapuerca, refuerza nuestra idea. Pensamos que esta singular pieza de industria lítica, la única hallada en este lugar y bautizada como *Excalibur*, fue dejada intencionadamente junto a los cuerpos de los muertos. De confirmarse nuestra hipótesis en años venideros, estaríamos ante la manifestación inequívoca más antigua de la existencia de la mente simbólica. La sencillez de esta primera manifestación funeraria, que consiste en la simple acumulación de los cuerpos sin vida en un lugar recóndito de la cueva junto a un objeto especial a modo de ofrenda, refuerza la idea de que la mente simbólica apareció de manera gradual.

Finalmente, no existe ninguna manifestación artística clara que no esté asociada a nuestra propia especie y ninguna es mucho más vieja de los 30.000 años. Aunque se han presentado algunas evidencias de comportamiento artístico mucho más antiguas, tanto como hace alrededor de 300.000 años, lo cierto es que todas son discutibles. Es en la aparición repentina y explosiva del arte donde mejores argumentos encuentran quienes defienden el origen súbito de la mente simbólica.

Como hemos visto, la evidencia arqueológica no es inequívoca y, además, está sujeta a la interpretación subjetiva. Los defensores de la aparición paulatina de la mente humana invocan la evolución gradual de la tecnología y, quizá, de la cultura de la muerte y del arte. Mientras los partidarios de su aparición brusca niegan valor a la evolución tecnológica y no reconocen la existencia de evidencias sólidas que indiquen la presencia de situaciones intermedias en los casos de las conductas funeraria y artística.

Esta situación impide que podamos solventar la cuestión del origen de la mente simbólica contando únicamente con el registro arqueológico. Llegada es la hora de volvernos hacia los fósiles.

Una anciana y hermosa dama

La Paleontología nació a mediados del siglo XVII, cuando Nicolás Steno demostró que los fósiles correspondían a restos de organismos del pasado. Esta disciplina se encarga de buscar y estudiar los fósiles para conocer la historia de la Tierra y la historia de la Vida. La búsqueda y obtención del registro fósil comprende un conjunto de actividades científicas que va mucho más allá del simple hallazgo de los mismos. Además de extraer los fósiles, los paleontólogos *leen* los yacimientos en donde los encuentran. Esta lectura incluye la determinación y comprensión de los procesos responsables de su génesis, el establecimiento de su antigüedad, y la caracterización del ambiente físico, químico, geológico y biológico en el que aquellos se depositaron.

En el caso de los fósiles humanos, una vez descubiertos y restaurados, su estudio comprende distintas fases. En primer lugar, deben ser identificados anatómicamente, ha de establecerse su edad de muerte y, cuando procede, son atribuidos a uno u otro sexo. Si presentan alguna patología, ésta debe ser identificada y debe determinarse su influencia sobre la morfología

original del resto. A continuación, los fósiles en estudio han de ser asignados a alguna de las especies conocidas o, si ello no es posible, se debe crear una especie nueva para albergarlos. En una fase posterior, deben ser situados en el árbol evolutivo de los homínidos y analizados los cambios que su inclusión ocasione en dicho árbol. Finalmente, los fósiles se estudian para reconstruir el modo de vida y las características de los organismos que los originaron.

Para realizar esta tarea, el paleontólogo realiza dos inferencias sucesivas. En primer lugar, reconstruye estructuras anatómicas completas a partir de los restos óseos (incluyendo los tejidos blandos que por su naturaleza no se convierten en fósiles) y, en un segundo paso, atribuye una fisiología concreta (esto es, una función) a la estructura anatómica que ha reconstruido. Para acometer ambas tareas los paleontólogos recurren al *principio del actualismo*, que sostiene que los procesos y leyes físicas, químicas y biológicas del pasado son las mismas que las que podemos observar en el presente. Este principio permite utilizar nuestro conocimiento del presente como llave para comprender el pasado. Evidentemente, esta transferencia de información debe ser realizada cuidadosamente y el grado de verosimilitud de las conclusiones obtenidas por este procedimiento varía según el tipo de información empleada. Así, cuando se utilizan leyes y procesos físicos o químicos, el nivel de certidumbre de los resultados es muy alto, ya que estamos seguros de su naturaleza inmanente (se cumplen siempre y en todas partes). Sin embargo, cuando se transfiere información de naturaleza biológica, los resultados deben contemplarse con mayor prudencia.

Para reconstruir las estructuras anatómicas a partir de los restos fósiles se recurre al estudio comparado de la anatomía y al principio de correlación orgánica de Cuvier, uno de los padres de la Paleontología. Este principio se basa en el hecho de que las estructuras anatómicas están tan delicadamente ajustadas entre sí para desempeñar las funciones que tienen encomendadas, que es posible deducir la morfología de alguna de ellas si se dispone del resto de las estructuras involucradas.

Una vez reconstruida una estructura anatómica, la interpretación de su función se realiza basándose en el principio de correlación fisiológica, según el cual anatomías semejantes soportan fisiologías parecidas. La aplicación de este principio choca con el hecho de que la mayor parte de las estructuras anatómicas pueden ser usadas para desempeñar más de una función biológica y es muy difícil dilucidar cuál de ellas era la soportada por la estructura reconstruida a partir de los fósiles.

Veamos un ejemplo real. A partir de restos craneales, dentales y mandibulares, más o menos completos, los paleontólogos pueden realizar reconstrucciones fiables de la anatomía craneal de las especies fósiles, que serán más creíbles cuanto menor sea la parte reconstruida. Una vez realizada la reconstrucción es posible inferir algunas de las funciones a las que la estructura ósea daba soporte. Así, por ejemplo, empleando las leyes de la mecánica es posible analizar el sistema de palancas del aparato masticador y establecer su biomecánica con bastante certidumbre. Sin embargo, la anatomía del cráneo no sólo está al servicio de la masticación, también debe responder al eficaz desempeño de tareas tales como la visión, la audi-

ción, la respiración, la deglución del alimento, la locomoción, o las propias del sistema nervioso central que se alberga en su interior. Y puesto que la mayoría de las estructuras anatómicas están involucradas en varias funciones, no siempre es fácil (o posible) relacionar una morfología con una fisiología determinada.

En el caso que nos ocupa, el del origen de la mente simbólica, los esfuerzos de los paleontólogos han estado dedicados sobre todo a determinar las circunstancias de la aparición de una de sus características inequívocas: el lenguaje. Para ello se han desarrollado dos diferentes líneas de investigación, una dedicada al estudio de la morfología de la corteza cerebral de los homínidos fósiles, y la otra encaminada a la reconstrucción y análisis de nuestro aparato fonador (el órgano con el que producimos los sonidos del habla).

El encéfalo está albergado en la cavidad craneal y está tan delicadamente ajustado a ella, que la superficie interna del cráneo reproduce con gran fidelidad cada uno de los relieves de su morfología externa. Esta afortunada situación permite a los paleontólogos estudiar la topografía de la superficie cerebral de las especies de homínidos fósiles; basta con realizar moldes de la cavidad interna del cráneo.

De manera que es posible realizar, de manera muy satisfactoria, la primera de las dos inferencias necesarias para reconstruir las aptitudes de un organismo del pasado: contamos con la reconstrucción de una estructura anatómica, en concreto de la superficie de la corteza cerebral. El siguiente paso, deducir su fisiología, depende de nuestro conocimiento sobre la función de tal estructura en las especies vivas.

Desde hace más de un siglo, sabemos que hay dos áreas de la corteza cerebral que están estrechamente relacionadas con el habla en los humanos. Se trata, en primer lugar, del área de Broca, que está situada en la tercera circunvolución frontal y es la encargada de codificar los mensajes en una secuencia ordenada de movimientos de los músculos que intervienen en la producción del habla. La otra región de la corteza cerebral vinculada al lenguaje es la denominada área de Wernicke, situada entre la circunvolución temporal superior y el lóbulo parietal, que es la encargada de la descodificación de los mensajes. Una lesión en el área de Broca limita o anula la capacidad de hablar y escribir, pero no la comprensión del lenguaje hablado y se puede seguir leyendo, mientras que una lesión en el área de Wernicke inhabilita para la comprensión del lenguaje, hablado o escrito.

Generalmente, las áreas de Broca y Wernicke se disponen asimétricamente en la corteza cerebral (hallándose localizadas en el hemisferio izquierdo en el 98% de las personas) y producen una protuberancia marcada sobre su superficie. Esta situación no se encuentra nunca entre los primates no humanos por lo que se pensaba hasta hace poco que se trataba de un indicador anatómico directo de las capacidades lingüísticas de una especie.

En fósiles del género *Homo* de cerca de dos millones de años de antigüedad se conocen áreas de Broca de desarrollo equivalente al de los humanos modernos. Este dato apuntaba a que los primeros humanos ya poseían capacidades lingüísticas desarrolladas en un momento en que otras facultades mentales, como las asociadas a la talla de la piedra o la expresión

artística, aún no se habían desarrollado plenamente. Esta situación intermedia en el desarrollo de la mente humana reforzaba la idea de que ésta había aparecido de manera gradual a lo largo de nuestra historia evolutiva.

Sin embargo, los descubrimientos realizados en las dos últimas décadas del siglo pasado en el campo de las neurociencias vinieron a debilitar esta interpretación. Ahora sabemos que el área de Broca no solo está relacionada con la producción del lenguaje, sino que también lo está con los movimientos de precisión de la mano derecha necesarios para tallar la piedra. Como ya hemos visto, el hecho de que una misma estructura anatómica de soporte a varias funciones impide el alcanzar conclusiones claras sobre la fisiología de las especies fósiles. En consecuencia, ya no estamos seguros de que el desarrollo del área de Broca en los humanos fósiles se debiera a la adquisición temprana de capacidades lingüísticas, ya que bien pudo deberse al desarrollo de la destreza manual asociada a la talla de la piedra.

La otra vía de aproximación desde la Paleontología al problema del origen del lenguaje lo constituye el estudio de las vías aéreas superiores en las especies de homínidos fósiles.

La voz de los fósiles

Los seres humanos adultos presentamos una anatomía de nuestras vías aéreas superiores que resulta insólita entre los mamíferos. La principal modificación con respecto a la configuración ancestral, consiste en la baja posición de nuestra laringe en el cuello. Cuando venimos al mundo, los humanos presentamos una anatomía de las vías aéreas superiores que es similar a la del resto de los mamíferos, con la laringe ocupando una posición elevada en el cuello y situada casi a la altura de la cavidad oral. Esta disposición permite que nuestros bebés puedan elevar la laringe hasta situarla a la salida de la nasofaringe, permitiendo así que el aire ingrese en los pulmones mientras que el líquido llega hasta el esófago por debajo de la laringe. De este modo no hay que interrumpir la respiración mientras se bebe. Pero esta configuración anatómica se modifica pronto y hacia los tres años de vida la laringe ha descendido tanto en el cuello que ya no es posible beber y respirar por la nariz al mismo tiempo. El descenso de la laringe determina la elongación de la faringe, dando lugar a un extenso espacio supralaríngeo. Incidentalmente, el descenso de la laringe aleja ésta de la epiglotis, haciendo menos eficaz el mecanismo de bloqueo que impide el ingreso del alimento en el tubo respiratorio y aumentando el riesgo de sufrir atragantamiento.

Podemos preguntarnos cómo es posible que la anatomía de nuestras vías aéreas superiores haya sufrido una transformación que determina la pérdida de eficacia en el cumplimiento de algunas de las funciones que tiene encomendadas. Puesto que la selección natural no puede producir cambios que resulten perjudiciales para los organismos, la única alternativa es la de admitir que dicha modificación anatómica habilitara a nuestras vías aéreas superiores para desempeñar otra función aún más importante para el organismo. La pregunta es: ¿cuál puede

ser esa función nueva, tan importante que compense de los perjuicios ocasionados al mecanismo de deglución? La mayor parte de los investigadores dedicados al estudio de este problema sólo encuentran una respuesta a esta pregunta: la nueva función a la que se han adaptado nuestras vías aéreas superiores, mediante el descenso de la laringe, es la de producir los sonidos que componen nuestro lenguaje hablado.

Los sonidos que constituyen el habla se originan en las cuerdas vocales, situadas en el interior de la laringe, al producir turbulencias periódicas en el flujo de aire procedente de los pulmones. El sonido originado de esta manera está compuesto por una frecuencia fundamental y otras acompañantes, o armónicos. Para comprender esta situación, podemos establecer una analogía entre el sonido procedente desde las cuerdas vocales y un rayo de luz solar. Todos sabemos que el rayo de luz está constituido por la reunión de distintos rayos de luces de diferentes colores. Cuando la luz solar pasa a través de un prisma, o una gota de agua, los rayos se separan y los percibimos por separado en el fenómeno denominado "arco iris". Pues bien, nuestras cuerdas vocales componen un "rayo de sonido" constituido por diferentes ondas (sonidos) de frecuencias dispares. A su paso por las vías aéreas superiores (sobre todo la faringe y la cavidad oral) este rayo de sonido sufre un proceso de filtrado acústico que determina que unas frecuencias se extingan, mientras que otras se potencian (debido a que se transfiere la energía de las frecuencias atenuadas o extinguidas a las frecuencias potenciadas). De este modo, nuestras vías aéreas superiores actúan como un instrumento musical capaz de modificar el sonido original y producir diferentes sonidos (de igual manera que podemos conseguir luces de distintos colores interponiendo filtros de diferentes colores ante un rayo de luz). Este instrumento musical puede cambiar su configuración (sobre todo debido a movimientos de la lengua dentro de la cavidad oral) para variar los sonidos producidos y componer la sinfonía de nuestro habla.

Desde esta perspectiva, el descenso de la laringe se interpreta como una modificación en este fantástico instrumento musical para ampliar su repertorio de notas y perfeccionar su producción, haciéndolas más nítidas. Nos encontramos, pues, ante una espléndida situación para estudiar el origen del lenguaje desde el campo de la Paleontología, ya que parece clara la relación entre una estructura anatómica, vías aéreas superiores con la laringe baja, y una función, el habla.

Ahora, la cuestión reside en la capacidad de los paleontólogos para, recurriendo a la anatomía comparada y al principio de correlación orgánica, reconstruir —a partir de la evidencia fósil— una estructura anatómica formada por tejidos blandos (cartílagos, músculos y ligamentos), que no son adecuados para convertirse en fósiles. A este respecto, cabe señalar que los únicos elementos óseos que tienen relación con la anatomía de las vías aéreas superiores son la región de la base del cráneo (que forma el techo de la cavidad oral y es dónde se insertan algunos de los músculos de la faringe y ciertos ligamentos que sostienen la laringe) y el hueso hioides (situado en la base de la lengua y conectado con la laringe por músculos y ligamentos).

Hasta mediados de los años 80 del pasado siglo, no se conocía ningún hueso hioides fósil de homínido, por lo que los estudios sobre la anatomía de sus vías aéreas superiores estaban restringidos a la región basicraneal. Partiendo del hecho de que las vías aéreas superiores de los bebés humanos presentan la laringe alta, se estudiaron qué modificaciones anatómicas en la región basicraneal acompañan al descenso de la laringe durante el desarrollo en nuestra especie. A partir de estos estudios, se propusieron una serie de indicadores anatómicos susceptibles de ubicar la posición de la laringe en los ejemplares fósiles. De entre estos indicadores, el que ha gozado de mayor crédito (y el que ha trascendido a obras generales sobre el origen del lenguaje) es el grado de flexión, en el plano sagital, de la base del cráneo en la región comprendida entre el paladar óseo y el foramen mágnium.

El grado de flexión basicraneal de un ejemplar puede establecerse midiendo el ángulo cuyo vértice se encuentra en el punto más posterior del hueso vómer, y sus dos lados discurren desde este vértice hasta el punto más posterior del plano medio del paladar óseo, por un lado, y hasta el punto más anterior del foramen mágnium (también en su plano medio), por el otro. En los chimpancés y bebés humanos la base del cráneo está poco flexionada por lo que el valor del ángulo suele exceder los 130°. En cambio, los humanos adultos tenemos un basicráneo más flexionado y el valor promedio del ángulo se sitúa en torno a los 100°.

Simplificando el argumento, tal como aparece en muchos libros y artículos, basta con medir el ángulo de flexión basicraneal de un ejemplar fósil para poder determinar la posición de su laringe y deducir sus capacidades lingüísticas (según la regla: basicráneos flexionados, laringe baja; basicráneos poco flexionados, laringe alta). De esta manera se determinó que las vías aéreas de los primeros homínidos (en concreto, de los pertenecientes a la especie *Australopithecus africanus*) fueron similares a las de los actuales chimpancés (esto es, con la laringe alta en el cuello) y, por tanto, no hablaban. No conozco ningún autor o artículo que haya criticado estos resultados... quizá porque nadie esperaba otra cosa.

Sin embargo, la reacción fue muy diferente al aplicar el mismo método a los fósiles neandertales. La conclusión de estos estudios fue muy similar a la de los realizados sobre los fósiles de los australopitecos: base del cráneo poco flexionada, laringe alta, ausencia de lenguaje hablado. Entonces se desató la tormenta y llovieron las críticas. Casi no hace falta decir que una buena parte de la comunidad científica no podía concebir que los neandertales, con sus grandes cerebros, que dominaban el fuego y enterraban a sus muertos, no estuvieran dotados de la facultad del habla.

De entre todas las críticas, las más oportunas y demoledoras eran aquellas que subrayaban un hecho evidente: ninguno de los ejemplares neandertales estudiados tienen la base del cráneo lo suficientemente bien conservada como para medir directamente su grado de flexión, ya que todos precisan reconstrucción. De manera que los críticos argumentaban que era la reconstrucción realizada la que no podría haber hablado, lo que originó una agria polémica sobre cuál reconstrucción era la más correcta (casi huelga decir que también hay reconstrucciones con la laringe baja).

En el fragor de la polémica, los defensores del valor de los estudios realizados sobre la base del cráneo comentaban la desgraciada circunstancia de que no se conociera ningún hueso hioides fósil, elemento óseo que, por su estrecha relación anatómica con la laringe, se consideraba como un elemento clave para la resolución del problema. Y entonces, a mediados de la década de los ochenta del siglo xx, apareció un hueso hioides en el yacimiento neandertal de Kebara.

El hueso hioides de los humanos es muy diferente del de los chimpancés, sobre todo en la región de su cuerpo, por lo que parece razonable suponer que si la anatomía de las vías aéreas superiores de los neandertales hubiera sido similar a la de estos primates, también sus huesos hioides habrían de ser similares. Por el contrario, si las vías aéreas de los neandertales hubiesen sido como las de los actuales humanos, cabría esperar que también fueran iguales sus huesos hioides. Pues bien, el hueso hioides de Kebara es como el de cualquiera de nosotros y bien distinto del de los chimpancés. Este hecho fue saludado por los defensores de que los neandertales hablaban como la prueba definitiva a su favor. Sin embargo, este argumento fue rebatido por los defensores de que los neandertales, con su presunta base del cráneo poco flexionada, no podrían hablar. Adujeron que el simple parecido morfológico del hueso hioides de Kebara con el de los humanos modernos no implicaba que sus vías aéreas superiores también fueran parecidas, mientras no se demostrase fehacientemente la relación directa entre la anatomía del hueso hioides y la posición de la laringe en el cuello. Y, como argumento final, añadieron que, al no haberse encontrado ningún cráneo en el yacimiento de Kebara, no era posible cotejar la información procedente del hueso hioides hallado con el estudio de la anatomía basicraneal.

Después de esto el debate languideció y muchos estudiosos del origen del lenguaje perdieron la confianza en que la Paleontología pudiera aportar ninguna información relevante al debate. Para los paleontólogos la situación resultaba especialmente exasperante pues disponían de un argumento anatómico (la posición de la laringe en el cuello) cuya interpretación era inequívoca (hablaban o no), pero no había manera de reconstruir la estructura anatómica involucrada de una manera fiable. Llegados a este punto, los distintos autores pospusieron la resolución del debate hasta el momento de que se dispusiera de un registro fósil adecuado. Pero el hallazgo que debía realizarse para disponer de "un registro fósil adecuado" parecía casi imposible, pues se requería descubrir en el mismo yacimiento un ejemplar con su basicráneo intacto (algo inusual) junto con un hueso hioides (algo excepcional).

Pero ya se sabe que cuando los dioses quieren castigarnos hacen que nuestros deseos se hagan realidad...

Nuevos fósiles, nuevas ideas

A unos doce kilómetros al nordeste de la ciudad de Burgos se yergue una modesta montaña de cumbre arrasada por la erosión. Este humilde altozano, que recibe el desmesurado nom-

bre de sierra, es la Sierra de Atapuerca. Desde la noche de los tiempos, la historia se ha enredado tozudamente en las faldas de la Sierra de Atapuerca, que ha asistido a lo mejor y lo peor del comportamiento humano. El Camino de Santiago la atraviesa en la jornada en que se alcanza la ciudad de Burgos, y ya antes de que las laderas de la Sierra vieran pasar a los peregrinos, presenciaron la contienda mortal entre dos reyes que eran hermanos. Mucho antes habían contemplado a los primeros pastores y agricultores que labraron sus campos, cuyas tumbas sigue velando aún la Sierra. Pero no fueron aquellos los primeros seres humanos que la usaron para dar la última morada a los cuerpos sin vida de sus seres queridos. Hace 400.000 años otras personas depositaron a sus muertos en la Sima de los Huesos, un lugar recóndito en las entrañas de la Sierra. Y mucho tiempo antes aún, hace 800.000 años, otros humanos devoraron a algunos de sus semejantes y dejaron sus restos esparcidos en la boca de una gran caverna. Tanta historia acumula la Sierra de Atapuerca, tan sagradas fueron sus tierras para nuestros mayores (y deberían serlo también para nosotros), que, a pesar de la modestia de sus dimensiones físicas, bien merecería el título de cordillera.

Al acumular los cuerpos sin vida de sus compañeras y compañeros, los humanos de hace 400.000 años nos legaron un tesoro de incalculable valor científico que viene siendo excavado sistemáticamente, desde 1984, por un equipo de científicos liderado por Juan Luis Arsuaga. Entre la extraordinaria colección de fósiles humanos recuperados en la Sima de los Huesos destaca un cráneo con su base incólume (denominado como Cráneo 5 o, más familiarmente, como *Miguelón*) y los cuerpos de dos huesos hioides.

La excepcional importancia científica de estos hallazgos, nos movió, a mi colega y amigo, Juan Luis Arsuaga, y a mí, a iniciar una línea de investigación consagrada a la reconstrucción de las vías aéreas superiores de los humanos de la Sima de los Huesos. Es importante destacar que estos humanos fueron antepasados directos de los neandertales, por lo que el establecimiento de su capacidad para hablar supone un argumento decisivo para dilucidar la vieja polémica sobre el habla en aquellos. Para llevar a cabo la investigación decidimos medir, en muestras amplias, los basicráneos de chimpancés, gorilas y humanos modernos. También estudiamos y medimos todas las bases del cráneo conservadas en el registro fósil de los homínidos.

Una vez reunidos los datos realizamos nuestro propio análisis, cuyos resultados nos muestran claramente que la anatomía basicraneal de los humanos de la Sima de los Huesos presenta ciertos caracteres más parecidos a los chimpancés y gorilas junto con otros claramente de tipo humano moderno, es decir, una anatomía intermedia. Por otra parte, el estudio y comparación de la morfología de los dos huesos hioides encontrados en la Sima de los Huesos muestra que son de tipo humano moderno. Finalmente, un resultado colateral de nuestras investigaciones fue el de poner en cuestión la relación directa que se había propuesto entre la anatomía basicraneal y la morfología de las vías aéreas superiores.

¿Cómo interpretar estos resultados? En primer lugar, la morfología intermedia de los elementos óseos relacionados con las vías aéreas superiores, que muestran los fósiles humanos de la Sima de los Huesos, encaja mejor con lo esperado en un proceso evolutivo gradual (que

necesariamente ha de generar estructuras intermedias) que con lo previsto en un fenómeno de cambio súbito (que no produce morfologías intermedias). En segundo término, aunque las morfologías de la base del cráneo y del hueso hioides guardan, sin duda, relación con la anatomía de las vías aéreas superiores, esta relación no es lo suficientemente directa como para permitir una reconstrucción fiable de ésta a partir de aquellas. Esta última conclusión es desoladora para un paleontólogo, pues se asemeja al certificado de defunción sobre la validez de cualquier aproximación paleontológica al problema del origen del lenguaje. Pero no es así. Sólo indica que la vía de investigación basada en la anatomía de la base del cráneo y del hueso hioides es una senda cegada, pero que no tiene por qué ser el único camino.

A lo largo de los dos últimos dos años hemos desarrollado otra línea de investigación, que contempla el problema desde una perspectiva novedosa. En los mamíferos, en general, y en los primates, en particular, existe un delicado ajuste entre los sonidos que cada especie es capaz de producir y aquellos que es capaz de percibir (nuestro oído está *sintonizado* a nuestra voz). De este modo, el oído de los humanos está perfectamente adaptado a percibir la gama de frecuencias de nuestro lenguaje hablado, que son diferentes de las empleadas por chimpancés y gorilas en sus vocalizaciones. Por otra parte, la sensibilidad de un oído a determinadas frecuencias depende en gran medida del filtrado acústico que se realiza en sus regiones externa y media, como consecuencia de la acción de un complejo sistema físico (compuesto por los conductos, membranas y huesos del oído externo y el oído medio). Nuestra apuesta consiste en ser capaces de modelizar dicho sistema físico para determinar el filtrado acústico que producían el oído externo y el oído medio de los humanos de la Sima de los Huesos. La anatomía de estas regiones del oído la conocemos bien a través del estudio de los numerosos huesos temporales rescatados hasta la fecha (incluyendo los huesecillos del oído medio —martillo, yunque y estribo— de varios ejemplares). La caracterización de dicho filtrado acústico nos permitirá determinar cómo oían aquellos humanos de hace 400.000 años, conocer cómo era su voz y saber si se parecía más a la de los chimpancés o a la nuestra.

Si conseguimos nuestro propósito, y somos muy tenaces en nuestras empresas, habrá concluido nuestro trabajo como paleontólogos y habremos ofrecido a la comunidad científica un dato muy valioso: si aquellos humanos que depositaron a sus muertos en una profunda sima de la Sierra de Atapuerca pudieron, o no, hablar.

Bibliografía recomendada

Las citas textuales de Wallace y Darwin han sido tomadas del artículo:

- Milner R. Charles Darwin y Alfred Wallace ante el espiritismo. *Investigación y Ciencia*, diciembre de 1996, 14-21. La polémica sobre el origen gradual o súbito de la mente simbólica está ampliamente tratado en:
- Arsuaga JL. *El enigma de la Esfinge*. Madrid: Arété, 2001.
- Arsuaga JL. *El collar del Neandertal*. Madrid: Temas de Hoy, 1999.
- Arsuaga JL y Martínez I. El origen de la mente. *Investigación y Ciencia*, noviembre de 2001, 4-12.

Si se desea profundizar sobre el objeto y metodología de la Paleontología, un libro excelente es:

- Simpson GG. Fósiles e historia de la vida. Barcelona: Biblioteca Scientific American; Prensa Científica, Ed. Labor, 1985.

Más información sobre evolución humana, en general, o sobre los yacimientos de Atapuerca, en particular, puede encontrarse en:

- Arsuaga JL y Martínez I. La especie elegida. Madrid: Temas de Hoy, 1998.
- Cervera J, Arsuaga JL, Carbonell E y Bermúdez de Castro JM. Atapuerca: un millón de años de historia. Madrid: Plot Ediciones; Editorial Complutense, 1999.