

Conexiones humanísticas

por Ricardo Bernáldez Millán

La adquisición del lenguaje por los homínidos

Introducción

Ninguna otra especie en la Tierra está equipada con un medio de comunicación ni remotamente tan flexible y a la vez tan poderoso como el habla del *Homo sapiens*. Sin embargo, no tenemos todas las respuestas a las preguntas sobre cuándo apareció y como se produjo la evolución del lenguaje, y el por qué precisamente en el linaje de los homínidos y en ningún otro ser vivo. En este escrito intentaré hacer una aproximación para entender algunas claves en el origen del lenguaje humano.

Nuestros parientes evolutivos más cercanos los grandes simios, gorilas, orangutanes, chimpancés y bonobos se comunican de maneras diferentes, establecen lazos sociales, transmiten emociones y emplean gestos cuando actúan con sus congéneres. Incluso las mascotas de nuestros hogares como los perros se comunican con nosotros, pero no hablan, ya que carecen del complejo desarrollo cognitivo que caracteriza nuestro lenguaje. ¿Por qué estos seres vivos no adquirieron como nosotros la facultad del lenguaje oral?



Figura 1. Gestos expresivos de los simios

Un ejemplo de esta diversidad y de las convergencias evolutivas de la función fonatoria de los vertebrados son las aves. Las aves tienen la capacidad de aprender nuevas señales multisilábicas complicadas y añadirlas al repertorio propio. Pero no emiten sonidos ni cantan con la laringe sino con la siringe que, es el órgano vocal especializado de las aves, ubicado en la base de la tráquea, donde se bifurca en los bronquios. La siringe produce cantos complejos mediante vibraciones de sus membranas al paso del aire,

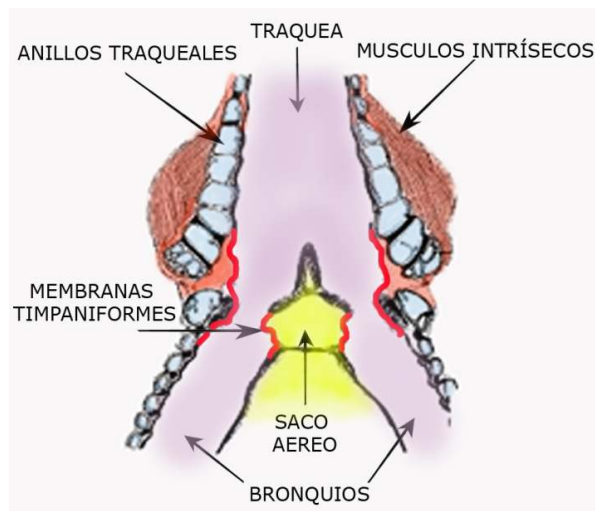


Figura 2. Esquema de la siringe de las aves

Tanto la observación directa de la producción de sonido por la laringe y la siringe, como los experimentos con una laringe y una siringe extirpadas, confirman que ambos órganos funcionan como válvulas autooscilantes impulsadas por el flujo de aire. El sonido primario luego viaja a lo largo del tracto respiratorio por encima de la fuente vibratoria que, para la fonación laríngea, consiste en las cavidades oral, nasal y faríngea y en las aves el tubo traqueal, la laringe, la cavidad orofaríngea-esofágica y el pico. Una diferencia obvia e importante entre el diseño laríngeo y la siringe es la longitud relativa de la vía aérea por encima y por debajo de la fuente de sonido. Esta diferencia tiene consecuencias importantes para la forma en que interactúan el tejido vibrante de la fuente de sonido y la columna de aire en el tracto vocal. Las columnas de aire encima y debajo de cada fuente de sonido pueden afectar a la forma en que se transmite la energía desde el flujo de aire aerodinámico a las masas de tejido vibrantes. Las aves son, por tanto, capaces de realizar una imitación vocal compleja relacionadas con la selección sexual, la territorialidad y el vínculo social, pero, ¿es esto es un lenguaje?

Según la definición de la RAE (Real Academia Española de la Lengua), *“el lenguaje es la capacidad del ser humano para expresarse o comunicarse con los demás mediante un sonido articulado u otro sistema de signos”*.

El lingüista Charles Hockett enumeró en 1960 una lista de más de 14 cualidades que caracterizan a la lengua humana, entre las cuales podemos destacar la 6ª: *“El lenguaje se utiliza de forma consciente”*, la 10ª: *“El lenguaje puede referirse a algo ajeno al aquí y el ahora”* y la 13ª: *“No es fiable, podemos mentir”*. Otro lingüista, Noam Chomsky sentenció que la principal característica del lenguaje es la recursividad, es decir: *“la capacidad de hacer enunciados infinitos con una máquina combinatoria ilimitada a través de unir elementos entre sí de una manera jerárquica, mediante una gramática, y un léxico para expresarnos, consiguiendo comunicarnos con los demás”*.

Un ejemplo de recursividad en la naturaleza es la inflorescencia del girasol. No es una sola flor, sino un conjunto de cientos de flores más pequeñas. En el disco central se encuentran las flores tubulares, que son fértiles y de ellas se obtienen las semillas, mientras que las flores liguladas, ubicadas en la periferia y de color amarillo, son estériles y actúan como atractores para los polinizadores.

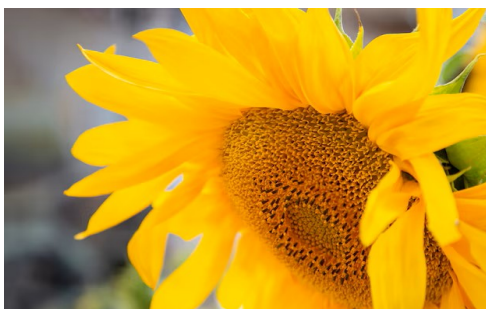
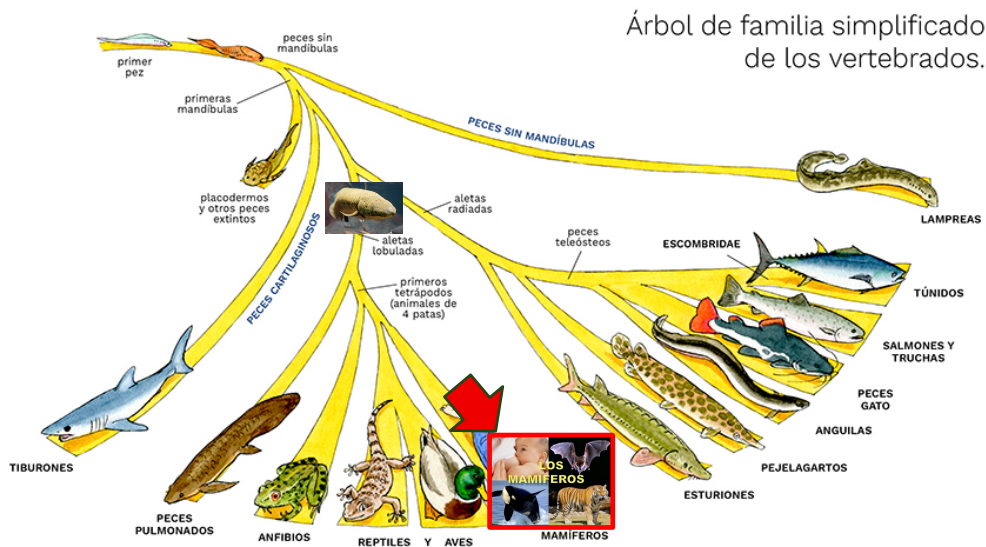


Figura 3. Inflorescencia del girasol

Etapas en la evolución de la humanidad

Antes de entrar en materia me gustaría recordar nuestro pasado. La tierra se formó hace más de 4.600 millones de años. Las primeras bacterias aparecieron hace 3.800 millones de años y los primeros seres vivos unicelulares hace 1.500 millones de años. Los primeros peces aparecieron hace 530 millones de años.



Simplificando y reduciendo el tiempo de la transformación de nuestro planeta en un reloj evolutivo de una hora, podemos decir que, el reloj se pone en marcha con la formación de la tierra, los primeros seres vivos aparecen a los 20 minutos, los dinosaurios a los 55 minutos, los primeros homínidos 40 segundos antes de dar la hora, y el ser humano cuando las manecillas del reloj dan la hora en punto. La vida empezó en el agua. Pero hace 400 millones de años unos peces vertebrados desarrollaron extremidades a partir de aletas lobuladas y pulmones primitivos que les permitieron explorar la tierra. La selección natural ha trabajado pacientemente a lo largo de estos 400 millones de años para convertir a un vertebrado con forma de pez y vida acuática en un ser humano (figura 4).

Continuando con la evolución y haciendo un viaje a la prehistoria es preciso comentar que se cree que los homínidos se originaron y evolucionaron hace más de 6 millones de años en el Valle del Rift (Etiopía). El valle del Rift es una falla o fractura geológica de más de 6.000 Km que se extiende desde Mozambique a Siria y que está separando paulatinamente el continente africano en dos subcontinentes. Las cadenas montañosas a cada lado del valle (que se encontraban a unos 800 metros sobre el nivel del mar) se elevaron aún más (hasta tres kilómetros) debido a actividades volcánicas de hace unos 10 millones de años. Este evento geográfico impidió que el aire húmedo del oeste africano pasara a África Oriental.



Figura 5. Valle del Rift (Africa)

Al mismo tiempo, un cambio en los patrones climáticos del planeta estaba provocando que todo el continente africano se secara. Esto ocasionó que el ecosistema de África Oriental cambiara por completo de la selva tropical, boscosa y húmeda en que vivía el antepasado común de los homínidos africanos, a la que llamamos bioma de la sabana, en el que se alternan boscajes, zonas semidesérticas y, sobre todo, extensas praderas de pastizales cuya vegetación experimenta amplios cambios estacionales. Existen muchas teorías sobre cómo este importante cambio climático fue responsable de la evolución de los homínidos. La mayoría de las hipótesis sugieren que la adaptación a la sabana africana hizo que nuestros antepasados se hicieran bípedos obligados, convirtiéndose en cazadores colectivos de una megafauna herbívora en progresión. Las especies de nuestro linaje fueron adaptándose a recursos más variados y abundantes, pero más dispersos, variables e inciertos. Desarrollaron una fisiología digestiva propia de animales omnívoros, adquirieron una capacidad portentosa para desplazarse bajo condiciones de intenso calor y elevaron su metabolismo para un mayor nivel de actividad. A su vez, formaron grupos que se aislaron más o menos reproductivamente y, por lo tanto, se configuraron en sujetos de adaptación por selección natural. Este proceso de cambio climático fue lo suficientemente largo para la adaptación y la evolución de los homínidos.

La evolución humana no fue una progresión lineal, como explicaba el libro “*Early Man*”, sino que fuimos evolucionando en forma de un auténtico árbol filogenético con 6 géneros y más de 25 especies de homínidos. Diré que este árbol no es una foto fija, sino que se está modificando continuamente en respuesta a los nuevos descubrimientos fósiles.

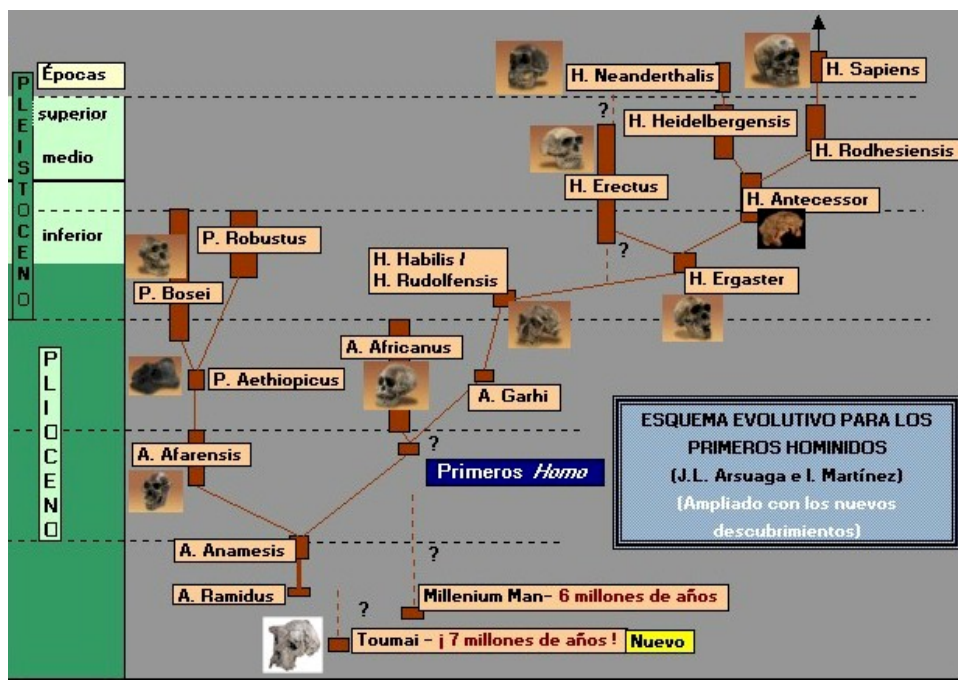


Figura 6. Árbol evolutivo de los homínidos según J.L. Arsuaga e I. Martínez

De todas estas ramas solo ha subsistido la especie *Homo sapiens*. Voy a detenerme en las siguientes líneas para hablar sobre uno de los homínidos fósiles más conocidos, el *Australopithecus afarensis* cuyo descubrimiento marcó un hito en la evolución humana.

Lucy (AL 288-1) es el conjunto de fragmentos óseos pertenecientes al esqueleto de un homínido de la especie *Australopithecus afarensis* de 3,2 millones de años de antigüedad, descubierto por el equipo formado por el estadounidense Donald Johanson y los franceses Coppens y Taieb el 24 de noviembre de 1974, en el sitio arqueológico de Hadar en la región de Afar a 159 km de Adís Abeba, capital de Etiopía. El nombre de Lucy viene de la canción “*Lucy in the Sky with Diamonds*” del álbum “*Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band*” de la banda musical The Beatles, que oían esos días los paleantropólogos en una radio, mientras celebraban el acontecimiento del hallazgo.

La importancia del hallazgo estaba motivada por haber encontrado 52 huesos de un mismo ejemplar de homínido. Teniendo en cuenta que nuestro

esqueleto se compone de 206 huesos, los restos fósiles encontrados de Lucy corresponden casi a un 40 % del esqueleto de un individuo femenino adulto, con una edad aproximada de 20 años, de alrededor de 109 cm de altura y de aproximadamente 27 kg de peso en vida (figura 7).

El descubrimiento de Lucy supuso un punto de inflexión en la investigación de los orígenes de la humanidad. No porque este fuera el fósil mas antiguo existente, sino porque se convirtió en el punto de referencia con el que comparar el resto de los fósiles, que, nos hablan de cuando empezamos a caminar erguidos y en qué momento pudimos usar nuestras manos para diferentes ocupaciones y labores. La pelvis de Lucy manifiesta que tiene entre sus funciones más importantes la de soportar el peso del tronco que tiene encima. Esto añadido a que la disposición de los fémures, revelaba que la locomoción de este homínido era fundamentalmente bípeda.



Figura 7. Esqueleto de Lucy y fotografía del autor con una representación de este homínido en el Museo de la Evolución de Burgos

Bipedismo

El bipedismo, se refiere a la capacidad de moverse utilizando dos extremidades, generalmente las traseras, en lugar de las cuatro que tienen los mamíferos. Esta forma de locomoción es una característica definitoria de

los homínidos. Las huellas de Laetoli, descubiertas por la paleoantropóloga Mary Leakey y su equipo en 1978, 45 Km al sur de la garganta de Olduvai (Tanzania) y al este del Parque Nacional Serengueti, son una evidencia crucial del bipedismo temprano en los homínidos hace 3.6 millones de años. Estas marcas fosilizadas en ceniza volcánica muestran pisadas similares a las humanas (talón marcado, arcos plantares, dedos alineados) fueron también atribuidas a un *Australopithecus afarensis*. Confirmaron, como ya se pensaba al estudiar otros restos fósiles como el de Lucy, que este homínido era bípedo. Este descubrimiento demostró, sin en el menor género de dudas, que nuestros ancestros caminaron erguidos mucho antes de lo que se pensaba, incluso antes de la fabricación de herramientas líticas (herramientas hechas de piedra).

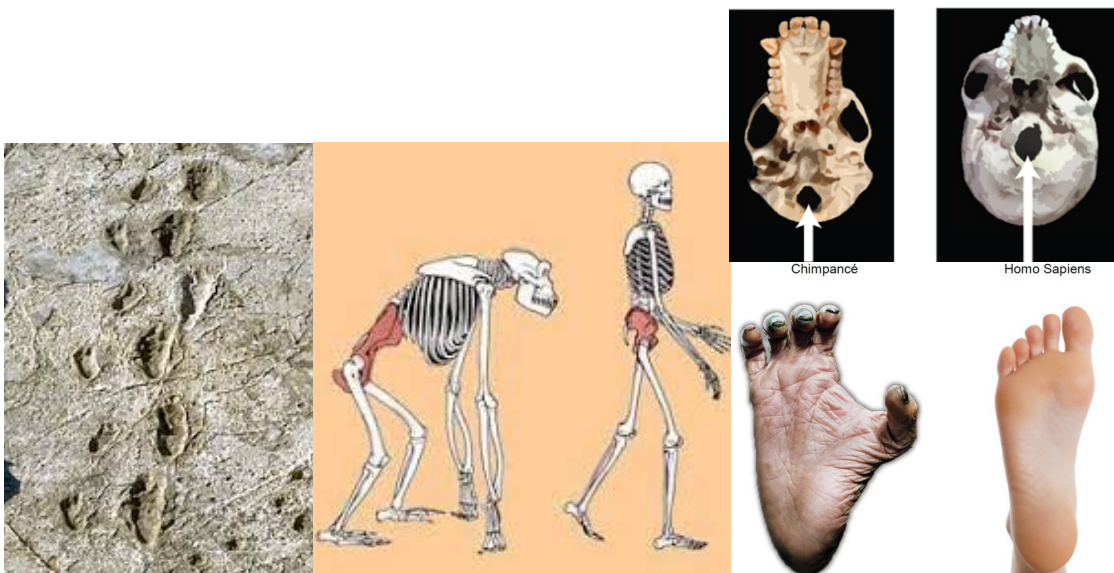


Figura 8. Huellas de Laetoli en Tanzania. Comparación del cráneo y pie de un chimpancé con los de un hombre actual

El bipedismo supuso a estos homínidos varias ventajas adaptativas frente al resto de los primates, a saber: a) les mantenía frescos en la sabana reduciendo la necesidad de agua a causa de una menor exposición al sol, al reducir la superficie corporal expuesta, b) supuso a estos homínidos una forma eficiente de desplazarse a grandes distancias ahorrando energía, y c) liberó a las extremidades superiores de la marcha, facultando a las manos la posibilidad de poder transportar alimentos o a las crías.

La verticalización del eje corporal, que culminó en el bipedismo terrestre permanente de los homínidos, subraya la distinción entre las funciones de las manos y los pies. Estas dos características evolucionaron para la manipulación diestra de objetos y la locomoción, respectivamente. Las nuevas características físicas derivadas del bipedismo exigieron además una ajustada integración entre los dominios visual y sensoriomotor para permitir su mayor eficiencia. Una de las principales regiones responsables de esta integración, la corteza asociativa parietal, creció desproporcionadamente en los humanos en comparación con la de los otros primates y el resto de los mamíferos.

No obstante, el bipedismo tiene también algunas desventajas como son: la patología de la columna lumbar y el dilema obstétrico por la desproporción entre la cabeza del feto y la pelvis homínida (figura 9). Sin embargo, luego veremos que esta dificultad evolutiva en el parto, pudo contribuir indirectamente al desarrollo del lenguaje.



Figura 9. Desventajas del bipedismo

Origen del lenguaje

Hay dos hipótesis de cómo surgió el lenguaje: la primera, la teoría creacionista, sostiene que apareció de forma repentina por una mutación genética casual azarosa, por una especie de recableado súbito del cerebro hace 200,000 años, coincidiendo con la aparición del *Homo sapiens*. La segunda hipótesis, la más verosímil y aceptada por el mundo científico, es que surgió hace más de 2 millones de años de una forma progresiva con los primeros homínidos del género *Homo*.

El lenguaje es una capacidad cognitiva que tiene un soporte biológico. Para acercarse al momento de la adquisición del lenguaje, no solo es necesario establecer la presencia de la conducta simbólica humana, que puede abordarse en el registro de la arqueología cognitiva, sino también demostrar la existencia de las bases anatómicas necesarias para producir y percibir el habla articulada: haciendo un símil con la informática, se necesitaría una especie de “*software*” que sería el cerebro, es decir las habilidades cognitivas y las funciones cerebrales, y un “*hardware*” que lo constituirían el aparato vocal y el sistema auditivo. Parece ser que ambos evolucionaron a la vez y no uno antes que el otro; explicándolo de otra manera, se aprovecharon mutuamente uno del otro.

Se estima que el punto de partida del lenguaje oral tuvo lugar hace 2 millones de años. A partir de este momento, es cuando realmente lo que hacían estos homínidos para comunicarse empezó a distinguirse de lo que hacían los demás primates. Los restos fósiles muestran que desde el mismo momento que aparecen en África las primeras especies del género *Homo*, tanto el cráneo, donde se incluye el hueso temporal con el oído, la mandíbula, el hueso hioides y el resto del esqueleto de nuestros antecesores, comenzaron a adoptar una morfología que posibilitaría el desarrollo del lenguaje. A la vez el cerebro de los homínidos empezó a hacerse más y más complejo.

El primer representante del género *Homo* fue el *Homo habilis* (mentalmente capaz, vigoroso y hábil), que en su evolución desarrolló de forma eficiente el pulgar oponible, una configuración anatómica que favoreció, junto con el bipedismo, no solo poder cargar con los alimentos y las crías, sino también y muy importante, desarrollar la manufactura necesaria para la elaboración lítica. Esta primera etapa de manufactura de herramientas de piedra se ha denominado tipo I o *Olduvayense* (así llamada por los descubrimientos

realizados en la famosa Garganta de Olduvai en Tanzania). Se refiere a la industria lítica más antigua y simple, caracterizada por la producción de herramientas de piedra rudimentarias (cantos tallados, lascas) usadas para cortar y machacar. Las herramientas no solo son unas manifestaciones del nicho biológico-cognitivo humano, sino que también forman parte activa y esencial del desarrollo de los homínidos. Todos estos hechos, unidos a la incipiente socialización, contribuyeron como luego veremos, a desarrollar el cerebro de los homínidos y a la adquisición del lenguaje.



Figura 10. *Homo habilis* y la pinza de precisión por el pulgar oponible

Posteriormente apareció otra especie del género *Homo* que se denominó *Homo erectus*, una de las especies, sin duda, más exitosas del género *Homo*, ya que se cree vivió en un periodo de tiempo que comenzó hace 1,8 millones de años y se extendió hasta hace 200.000 años. Este homínido descubrió como controlar el fuego, lo que les permitió comer carne cocinada, facilitando el mayor consumo de proteínas por su mejor absorción, lo que posibilitaría el cambio adaptativo de un menor desarrollo del intestino y un mayor crecimiento cerebral. El dominio del fuego les proporcionó también, tener más horas de luz y la oportunidad de poder comunicarse con sus congéneres más tiempo. Asimismo, en el *Homo erectus* se piensa que arrancó el gran salto evolutivo que significó el descenso de la laringe.

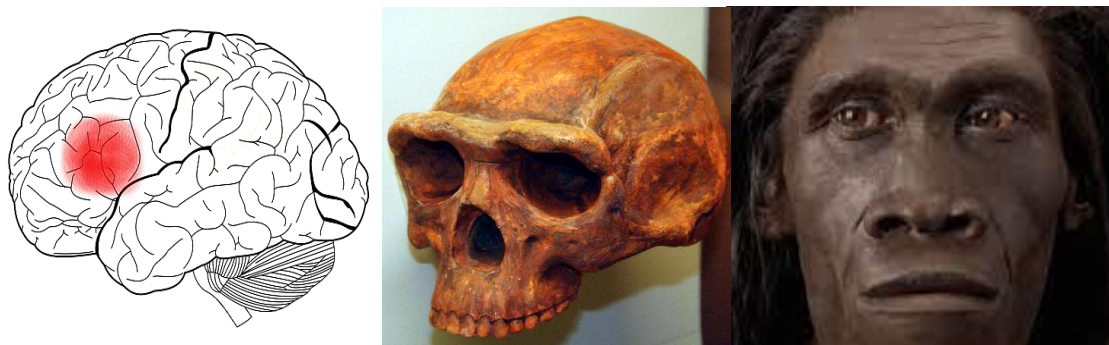


Figura 11. *Homo erectus* y representación esquemática del área de Broca

El estudio de los “*endocasts*” o endocráneos cerebrales ha sido uno de los enfoques clásicos para interpretar las capacidades cognitivas de los homínidos. En el endocráneo de los fósiles del *Homo erectus* se ha podido comprobar con claridad, una lateralidad, así como la existencia de un área cerebral de Broca en sus hemisferios cerebrales izquierdos, que se puede relacionar tanto con la aparición del primer lenguaje humano como con la mayor destreza manual de la industria lítica. De este periodo son las primeras herramientas de piedra tipo II o *Achelense* (así llamadas por descubrirse por primera vez en Saint Acheul, al norte de Francia).



Figura 12. Bifaz en la mano del autor

El *Achelense* se caracteriza por ser la primera cultura lítica que posee bifaces en su tipología. El bifaz es una pieza lítica conseguida por una innovación asociada con las hachas de mano y las cuchillas achelenses, que se consigue trabajando la piedra de forma simétrica por ambos lados de la lasca (producto inicial de la talla intencional de una roca) y por una elaboración sapiente más compleja.

Pudo haber tres fases en la evolución para la adquisición del lenguaje:

- En la primera fase, actuó la selección natural (que es la necesidad de adaptarse a los desafíos ambientales para sobrevivir hasta la edad adulta). El lenguaje primitivo surgió como respuesta a las necesidades del hábitat y se hizo indispensable para la caza cooperativa, el aprendizaje en la fabricación de herramientas y para la incipiente socialización. Estos hechos contribuyeron al agrandamiento temprano del cerebro de los homínidos.

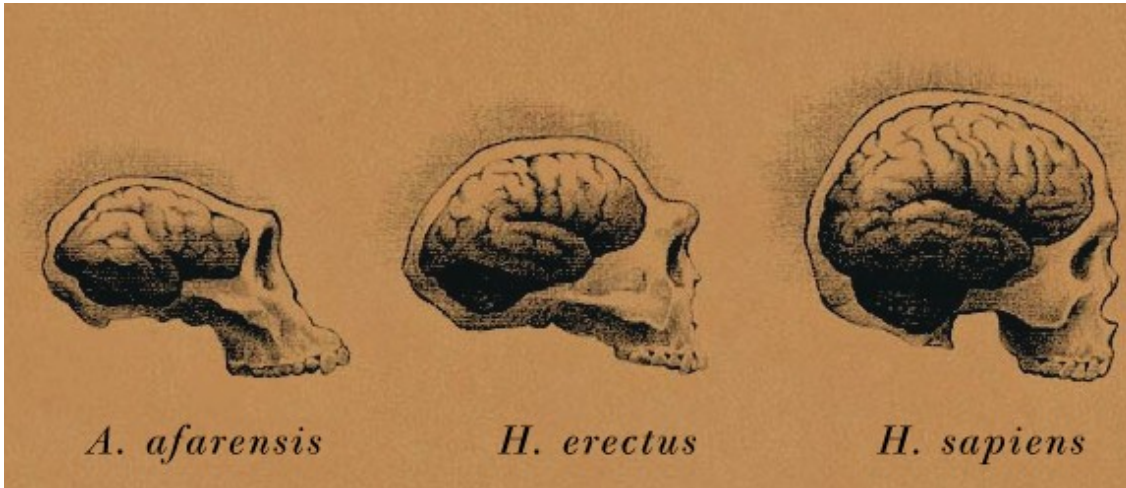


Figura 13. Comparación del desarrollo cerebral de los homínidos

- En la segunda fase de la consecución del lenguaje empezó a tomar importancia la socialización, y también influyó la otra fuerza motora evolutiva, la denominada selección sexual (que es la necesidad de encontrar una pareja para transmitir sus genes, es decir la necesidad de reproducirse). La selección sexual es un proceso evolutivo, donde la competencia entre individuos por conseguir pareja y las elecciones que hacen del sexo opuesto generan características que, aunque no siempre son beneficiosas para la supervivencia, aumentan el éxito reproductivo de esa especie.

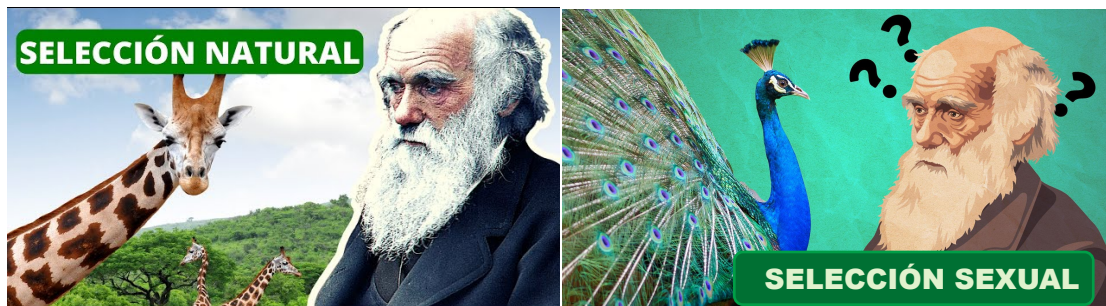


Figura 14. Teorías evolutivas de Darwin

Se cree que los homínidos con mejor lenguaje demostraban una inteligencia superior y así eran más atractivos para las hembras, lo que condujo a que fueran elegidos de forma preferente para reproducirse y poder transmitir los genes de individuos en teoría más inteligentes y con un mayor desarrollo cerebral. De la tercera fase de la adquisición del lenguaje hablaremos más adelante. Hemos visto la evolución de los homínidos hasta el *Homo erectus*, ahora voy a hacer un paréntesis para explicar cómo se desarrollaron y evolucionaron las bases anatómicas del lenguaje, es decir el “hardware”.

Bases anatómicas del lenguaje

En cuanto a las bases anatómicas del origen del lenguaje, nos enfrentamos al problema de la precariedad del registro fósil, ya que el único elemento fosilizable del aparato deglutorio y fonador es el hueso hioides. Sin embargo, los paleantropólogos han investigado otras referencias anatómicas implicadas en la adquisición del lenguaje.

La anatomía vocal humana difiere significativamente de la de otros mamíferos. Uno de los elementos históricamente sujetos a extensa discusión es la laringe, que desciende permanentemente en los humanos (adultos) en comparación con los primates no humanos. Aquí, se debe hacer una consideración importante. Los bebés humanos nacen efectivamente con tractos vocales de "mono", con lenguas planas contenidas casi en su totalidad en la cavidad oral, laringes altas y faringes estrechas. Durante los primeros meses de vida, la posición alta de la laringe en el lactante le permite que la epiglotis permanezca detrás del paladar blando, habilitando la succión y la respiración simultáneas del recién nacido. En la primera infancia, hasta los tres años, el hueso hioides desciende gradualmente desde el nivel de la segunda vértebra cervical (C2) hasta alcanzar el nivel de C4. Paralelamente, el cartílago cricoides baja desde la vértebra C4 a C6. Esto no ocurre en el resto de los primates, solo en el ser humano, y será un requisito anatómico, como luego veremos, decisivo para la fonación.

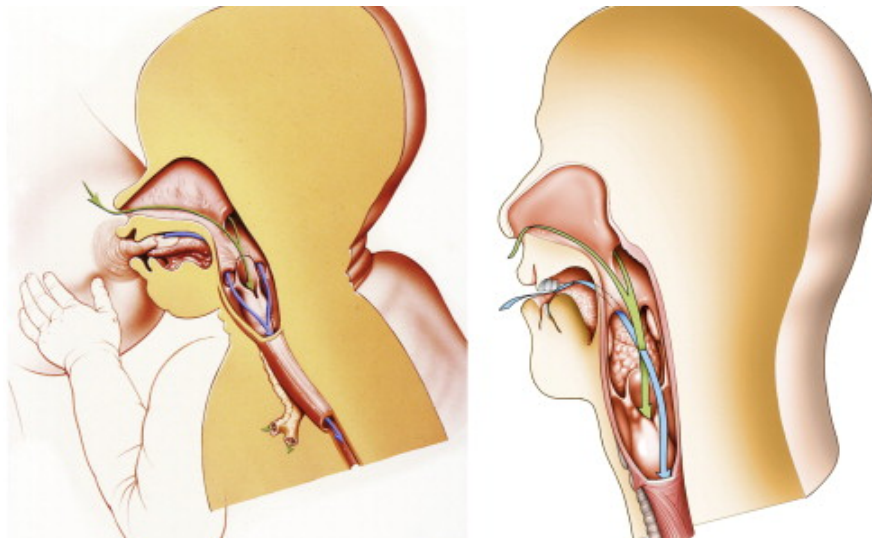


Figura 15. Comparación anatómica de la laringe entre un lactante y un humano adulto.

Este descenso hiolaríngeo es una desventaja para los homínidos adultos durante la deglución, pues la epiglotis descendida pierde la capacidad de formar un tubo sellado con el paladar blando como ocurre en el resto de los mamíferos ya que, al entrecruzarse las vías aérea y digestiva, aumenta claramente el riesgo de aspiración de alimentos y el desarrollo de la disfagia. Los humanos tenemos, por tanto, un esófago más corto que otros mamíferos y un supraesófago (la faringe) más largo y ancho, predisponiendo al atragantamiento y al reflujo gastroesofágico.

Un corte de la supralaringe, es decir del tracto vocal, permite dividir las estructuras anatómicas que participan en la articulación y la transmisión del habla en dos segmentos: uno horizontal en la cavidad oral y otro vertical conformado por la cavidad faríngea. Si dividimos la longitud de estos segmentos obtendremos un cociente que en el *Homo sapiens* tiene una longitud proporcional de 1:1, a diferencia del resto de los primates que es de 2:1.

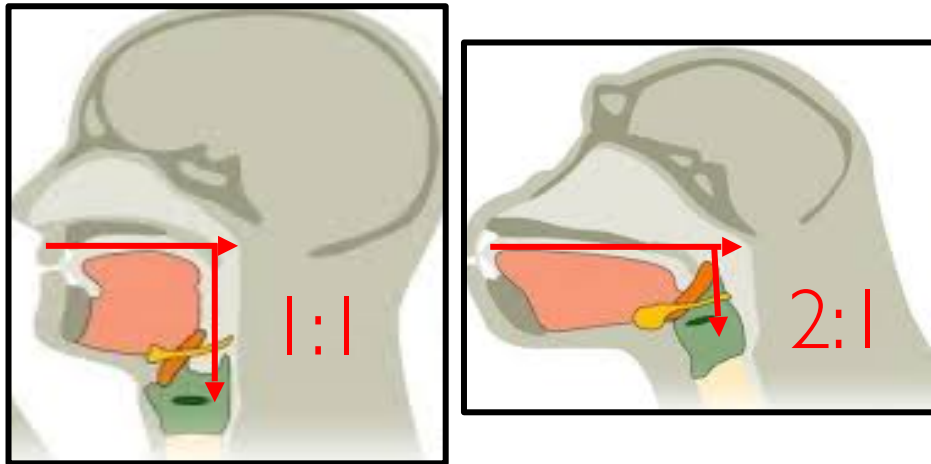


Figura 16. Comparación del tracto vocal de un simio y un hombre moderno

Esta configuración es crucial para el habla. Sabemos que la voz se produce mediante la interacción de los pulmones, las cuerdas vocales y el tracto vocal. Funcionalmente, los pulmones representan la fuente de aire, mientras que las cuerdas vocales son el órgano vibratorio y el tracto vocal actuaría como un resonador activo. La presión subglótica es la principal responsable del nivel de presión sonora percibido como intensidad del sonido. Las cuerdas vocales vibrantes, al oscilar rápidamente y contactar rítmicamente entre sí, generan una frecuencia fundamental y sus correspondientes armónicos que es percibida como el tono del sonido. A través del tracto vocal, el sonido glótico se articula y se amplifica selectivamente, sufriendo un filtrado acústico que determina la producción de los formantes, obteniendo un timbre de voz único.

De acuerdo con investigaciones de lingüistas, aunque hay lenguas con más de 20 vocales, el número mínimo de vocales que precisa una lengua son tres. Y estas tres vocales primordiales tienen que diferenciarse acústicamente para producir palabras con contraste. Estas serían la i, la a y la u estando en todas las lenguas del mundo. Para poder pronunciarlas necesitamos un descenso de la base de lengua junto al hueso hioides y un tracto vocal largo.

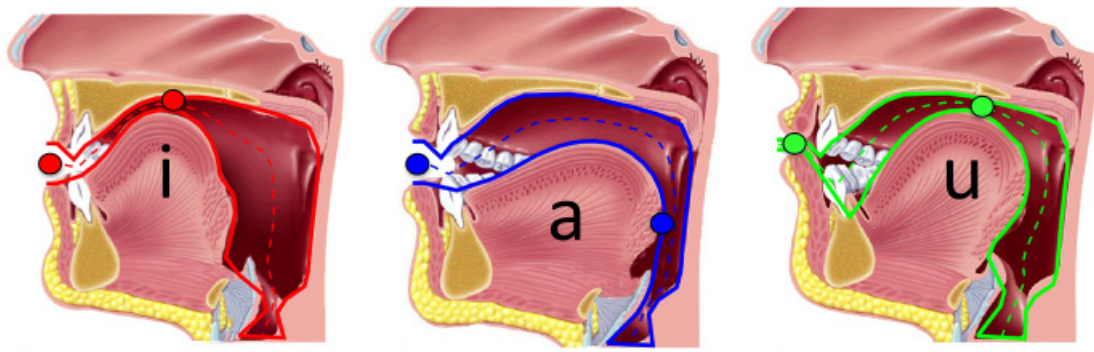


Figura 17. Colocación de la lengua para emitir las vocales i, a y u

Según Lieberman y otros autores, los tractos vocales de los primates no humanos son incapaces de lograr las configuraciones necesarias para pronunciar las vocales básicas, debiéndose esta limitación a la falta de una laringe descendida que condiciona una lengua intraoral y una faringe estrecha y corta.

Pero, ¿cuándo se produjo este descenso de la laringe en los homínidos? ¿Cuándo nuestros antepasados adquirieron la anatomía necesaria para poder producir y articular un lenguaje? Hasta el momento teníamos sospechas e indicios del origen del lenguaje en los homínidos. Vamos a exponer una serie de pruebas que apoyarían la adquisición progresiva del habla por los homínidos.

Pruebas del origen progresivo del lenguaje en los homínidos

La sierra de Atapuerca, situada al norte de la localidad burgalesa de Ibeas de Juarros, alberga un excepcional conjunto de yacimientos donde se han encontrado los restos de cinco especies de homínidos de diferentes etapas evolutivas (campañas 1976-2025).



Figura 18. Fotografía de los paleoantropólogos J.M. Bermúdez de Castro, I. Martínez, A. Gracia-Téllez, M. Martínón-Torres, J.L. Arsuaga, en la Sima de los Huesos

En uno de estos yacimientos, la Sima de los Huesos, se han recuperado unos 7.000 fósiles humanos de 450.000 años de antigüedad. A partir del estudio de la dentición de estos homínidos, se ha estimado que pertenecían a un mínimo de 29 individuos. En ningún yacimiento paleoantropológico en el mundo se han encontrado tantos huesos de este periodo de tiempo. Además de los restos humanos, la Sima de los Huesos contiene miles de huesos de osos de la especie *Ursus deningeri* (especie antepasada del oso de las cavernas) y de otros carnívoros (zorros, lobos, lince, león, pantera y otros mustélidos). Junto a estos restos fósiles del esqueleto, también se ha encontrado una única pieza de industria lítica, en concreto un bifaz (denominada Excalibur).

Apoyándonos en el estudio de estos fósiles de 450.000 años de antigüedad, vamos a ver tres evidencias sólidas que apoyan la adquisición progresiva del lenguaje. La primera hace referencia al tracto vocal. Uno de los cráneos más completos de una especie fósil encontrado hasta la fecha es el cráneo número 5 de la Sima de los Huesos, llamado Miguelón en honor del campeón ciclista español Miguel Indurain. Estudiaremos su tracto supraglótico, el hueso hioides y el hueso temporal.

Dijimos que el ser humano tiene un tracto supraglótico más largo en comparación con el resto de los primates por su laringe baja. Pues bien, comparando la relación de la cavidad oral con el tracto supraglótico de Miguelón, se pudo comprobar que estaba más cerca de la proporción 1:1 del humano moderno que de la de los simios 2:1.

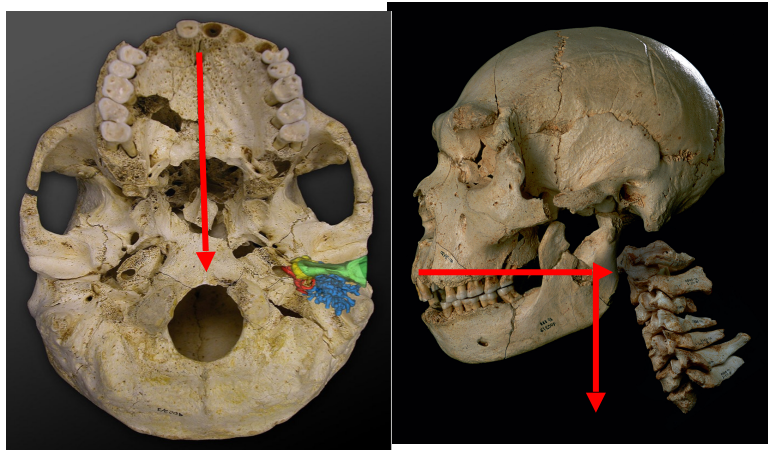


Figura 19. Medidas del tracto supraglótico de Miguelón de la Sima de los Huesos

La segunda evidencia se relaciona con el hueso hioides. El hueso hioides fosilizado hallado en la Sima de los Huesos del Pleistoceno medio, nos permite compararlo con el hueso hioides del humano moderno. Su morfología y tamaño son similares al de los de los humanos actuales, lo que sugiere que este hueso se desarrolló de manera similar desde hace al menos 450,000 años. Este hueso se diferencia en su morfología claramente del hueso hioides de los simios. En los primates no humanos, la configuración anatómica del ~~su~~ hueso hioides en forma cóncava favorece la presencia de unos grandes ventrículos laríngeos, similares a los que tienen los perros braquicéfalos. Los sacos gulares funcionan como una dulzaina y producen un doble sonido que es muy estridente y agudo, pero distorsiona las entonaciones y la inteligibilidad de los sonidos. La presencia de estos ventrículos laríngeos tan desarrollados impide, por tanto, una vocalización clara y nítida. Los únicos primates que no tienen estos sacos gulares son los humanos (figura 20).

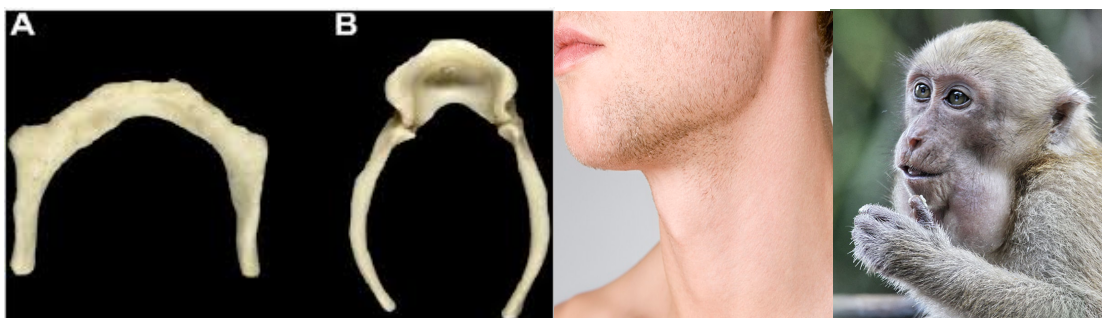


Figura 20. Comparación del h. hioides de un homínido y un simio. A: Homínido B: Simio

La tercera prueba tiene que ver con la audición de los homínidos. Los trabajos e investigaciones de I. Martínez, M. Conde-Valverde y colaboradores, nos han permitido saber cómo oían los homínidos de hace 450.000 años y compararlo con la audición de los humanos actuales (I Martínez, M Rosa, JL Arsuaga et al. *Auditory capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain. Proc Natl Acad Sci. 2004 jul 6;101(27):9976-81*).

Como describen diferentes autores, la audición de los primates es un mecanismo adaptativo. En la figura 21 se exponen los audiogramas de simios comparados con la de los humanos actuales. Vemos en el audiograma adjunto que los primates no humanos tienen dos zonas de mayor sensibilidad al sonido en las frecuencias 1.000 Hz y 8.000 Hz, bajando la percepción sonora entre estas frecuencias. Sin embargo, en el ser humano se aprecia una mayor sensibilidad en 3.000 Hz. Los monos oyen mejor a 1.000 Hz porque en esa frecuencia es donde menos ruido hay en el bosque y en ella se pueden comunicar mejor al oír mejor sus gritos, lo que se denomina “onda simio”.

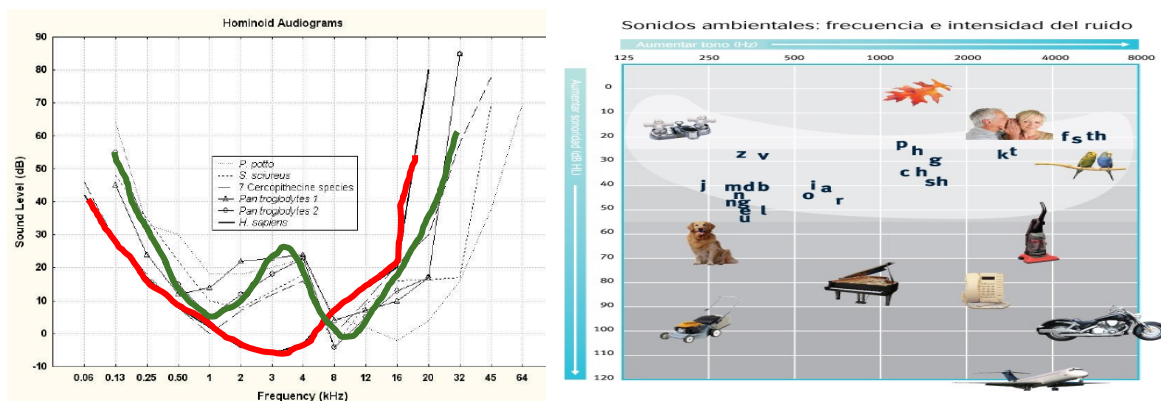


Figura 21. Comparación del audiograma de los simios (verde) y los homínidos de la Sima de los Huesos (rojo). Ilustración del campo auditivo humano. En R. Quam, I. Martínez et al. “Studying audition in fossil hominins: a new approach to the evolution of language ?” ResearchGate. Chapter, october 12

Por el contrario, en la sábana, el ruido ambiental es más bajo, oscilando entre 1.000 y 4.000 Hz, siendo precisamente en estas frecuencias dónde el

género *Homo* tiene más sensibilidad auditiva porque somos primates de campo abierto.

El ancho de banda es el rango de frecuencias de mayor sensibilidad auditiva. Un ancho de banda más amplio del canal de transmisión sonora, permite utilizar un mayor número de señales acústicas en la comunicación oral de una especie. Esto mejora la eficiencia de la comunicación, es decir la capacidad de transmitir un mensaje claro en el menor tiempo posible, ya que permite un aumento del número de fonemas y una reducción de la tasa de error en la percepción de la información. Los humanos tenemos un mayor ancho de banda (entre 1.000 y 4000 Hz), pero, ¿qué es lo que oímos aquí? Aquí percibimos muy bien ciertas consonantes de alta frecuencia (k, t, f, s, th) que al unirse con las vocales dan lugar a mayor información porque nos ayuda a distinguir unas palabras de otras. La percepción de estos fonemas es crucial en cualquier lengua humana para una comunicación eficaz y segura.

Por otro lado, al igual que sucedía en la fonación, el fenómeno de la resonancia es también importante en la audición, puesto que las distintas cavidades del oído externo y medio actúan como un resonador que filtra el sonido que llega desde el exterior hasta el oído interno, donde es codificado. Este filtrado acústico en el oído externo y medio depende de las dimensiones de sus diferentes estructuras anatómicas. A diferencia de lo que ocurre con las vías aéreas superiores, la forma del resonador del oído externo y medio no puede ser modificado, por lo que el filtrado que produce es siempre el mismo y determina el tipo de audición de cada especie de mamífero.

Ignacio Martínez y colaboradores, de la Universidad de Alcalá de Henares, explican en su artículo que existen modelos biofísicos que simulan con total fidelidad el proceso de filtrado acústico que tiene lugar en nuestro oído externo y medio. Este filtrado acústico es responsable de las diferencias auditivas entre los chimpancés y los humanos modernos. Así, al conocer el patrón de filtrado acústico de los homínidos de la Sima de los Huesos, se puede determinar si su audición era más similar a la de los chimpancés o a la de nuestra propia especie y, así, determinar la eficiencia y complejidad de su sistema.

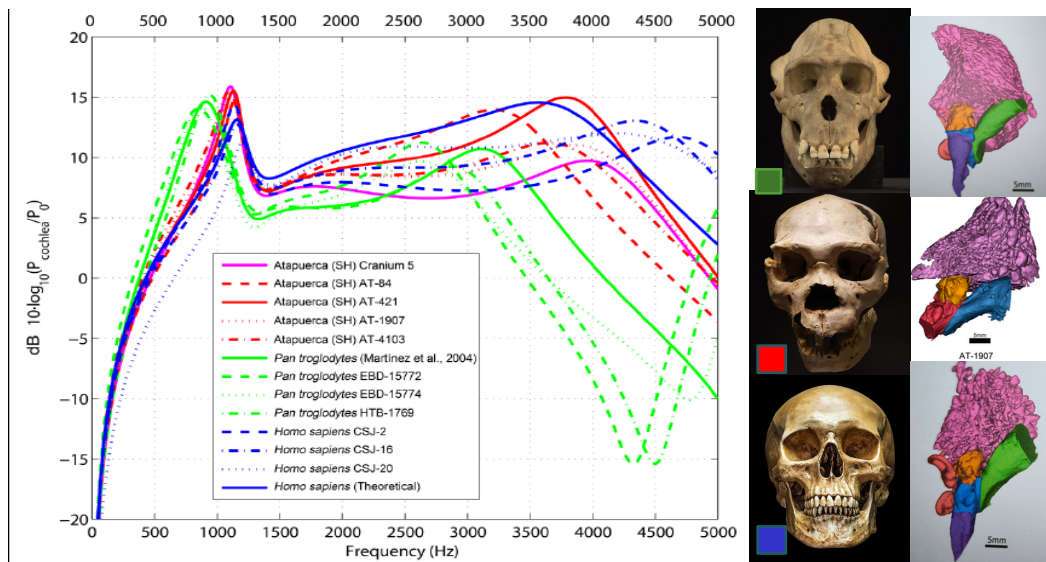


Figura 22. Curvas de transmisión de la potencia sonora obtenidas para los homínidos de la Sima de los Huesos (rojo), chimpancés (verde) e individuos humanos modernos (azul). En I Martínez M Rosa, JL Arsuaga et al. “Auditory capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain” *Proc Natl Acad Sci.* 2004 jul 6;101(27)

Para aplicar el modelo biofísico que reconstruye el filtrado acústico, es necesario tener valores de más de una docena de variables anatómicas, tanto de los huesecillos del oído como de las cavidades del oído externo y medio. Para ello, los autores de esta investigación escanearon con TAC los huesos temporales de nueve especímenes de la Sima de los Huesos y construyeron modelos tridimensionales que podían medirse en el ordenador a partir de cientos de imágenes tomográficas de alta resolución. A partir de este dato calcularon el ancho de banda de cada especie. Una vez obtenidas las mediciones e introducidas en el modelo, los resultados indicaron que las capacidades auditivas y, por lo tanto, comunicativas de los homínidos de la Sima de los Huesos eran más similares a las del *Homo sapiens* que a las de los chimpancés. El resultado de este estudio indica que aquellos homínidos eran ya capaces de utilizar la mayoría de los sonidos vocálicos y consonánticos que los humanos actuales utilizan para su comunicación oral (figura 22).

Áreas cerebrales y conexiones interneuronales implicadas en el lenguaje

Por último, tenemos el llamado “software” del habla constituido por el cerebro. Tres características principales distinguen el cerebro humano del de sus ancestros los monos y los simios. En primer lugar, el encéfalo humano ha aumentado enormemente de tamaño, especialmente en el área del neocórtex, que constituye la capa más externa y evolutivamente más reciente de la corteza cerebral de los mamíferos.

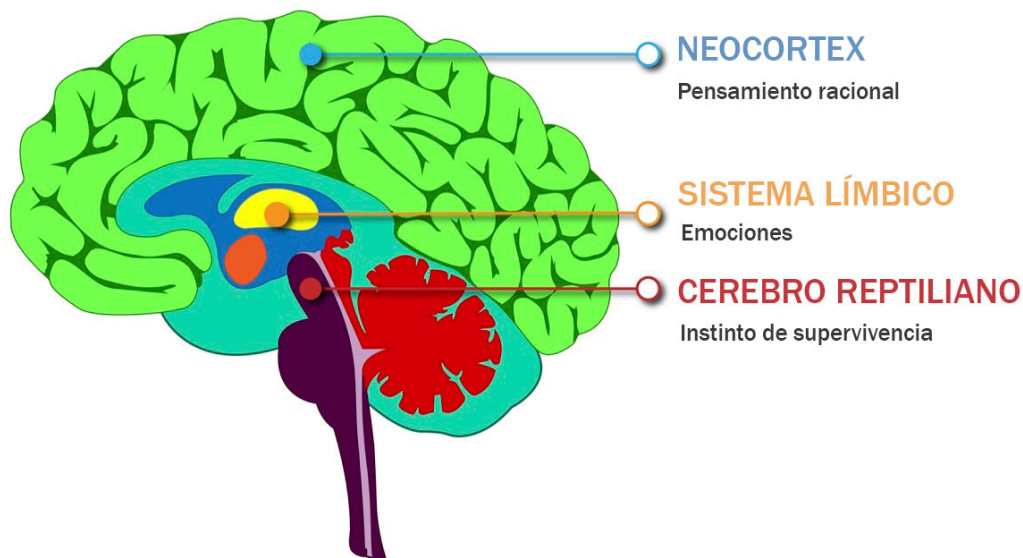


Figura 23. División funcional cerebral

En segundo lugar, algunas partes del neocórtex se han agrandado considerablemente en relación con el resto de la corteza cerebral, en particular las cortezas prefrontal, insular, parietal posterior y temporal. Estas son las mismas regiones que crecen al máximo a medida que maduran durante el desarrollo posnatal humano. En contraste, algunas otras partes del neocórtex no se expandieron a medida que evolucionó el gran cerebro humano, como fueron las áreas sensoriales y motoras primarias. En tercer lugar, aunque la evidencia es limitada, el número de áreas corticales (llamadas áreas de Brodmann) que constituyen las divisiones funcionales fundamentales del córtex, aumentaron considerablemente con la evolución del cerebro humano.

Dos zonas cerebrales nos interesan en el lenguaje: una está situada en el lóbulo frontal, en concreto en el giro o circunvolución frontal inferior del

hemisferio dominante, la llamada área de Broca (áreas 44 y 45), responsable del componente motor de la producción del lenguaje; la otra está localizada en el lóbulo parietal inferior y consta de dos giros: el giro supramarginal y el giro angular. Ambas circunvoluciones están involucradas en la percepción auditiva y visual y forman parte del área de Wernicke (áreas 22, 39 y 40), la cual es la unidad funcional de la corteza cerebral que juega un papel fundamental en la comprensión del lenguaje. Como hemos dicho en páginas anteriores, se cree que el área de Broca estaba ya presente en el *Homo erectus*.

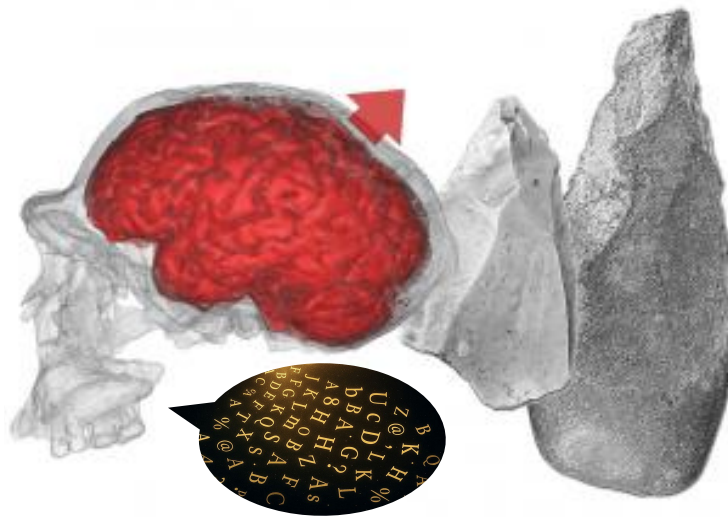


Figura 24. Representación esquemática del desarrollo cerebral asociado a la industria lítica y el lenguaje.

La producción del habla depende del control voluntario de la musculatura respiratoria, laríngea y del tracto vocal. Dicho control está presente en los humanos, pero solo parcialmente en los primates no humanos, que parecen ser capaces de controlar voluntariamente solo los articuladores supralaríngeos. Lo que nos diferencia de otros primates en relación a las conexiones implicadas en el control voluntario vocal es sin duda el neocórtex, ~~y~~ que llega a constituir el 90 % de la corteza cerebral humana. Como hemos dicho anteriormente, el neocórtex se refiere a la parte más grande y evolucionada del cerebro, especialmente la zona que se encuentra en la cara lateral de los hemisferios, siendo responsable de funciones cognitivas superiores como la planificación, la concentración, la resolución

de problemas o el pensamiento consciente, el razonamiento lógico y, por supuesto, el lenguaje.

Tenemos las bases anatómicas del lenguaje, tanto el “*hardware*” como el “*software*”, pero necesitamos algo más. ¿Cómo se fraguaron esas conexiones interneuronales que asentaron esa capacidad cognitiva que es el lenguaje? ¿Por qué en otras especies y el resto de los primates no se produjeron estos cambios neuronales? En esta parte no tenemos pruebas fehacientes, pero sí indicios asentados. Vamos con ellos.

El resto de los primates socializan por el “*grooming*” o el acicalamiento. Este repertorio gestual les permite comunicar toda la información necesaria para asegurar la supervivencia dentro de su nicho ecológico. Esto incluye la comunicación sobre sexo y reproducción, el cuidado de las crías, el juego, la búsqueda de alimento, la locomoción, la alerta por sus depredadores y la defensa territorial. Dunbar (*Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*, 1993) propone que el lenguaje de los homínidos evolucionó como una forma más eficiente de comunicación que el acicalamiento, lo que permitió que el tamaño de los grupos aumentara de menos de 50 (otros primates) a más de 150 (humanos). Dunbar afirma que el lenguaje oral nos permite mantener relaciones significativas hasta con 150 individuos (número Dunbar). Los homínidos utilizaron el lenguaje para relacionarse con el entorno, para establecer las relaciones interpersonales (chismorreo) y para impulsar la revolución cognitiva.

Los seres humanos poseen eso que en alemán describen con la palabra “*Mitteilungsbedürfnis*”, traducido como un impulso comunicativo, es decir la necesidad perentoria de comunicar sus ideas al entorno. El *Homo erectus* fue capaz de desarrollar un protolenguaje, a diferencia del resto de los primates, porque en su adaptación al medio encontró una combinación de:

- Confianza y disposición para ayudar
- Estructura familiar y grupal del tamaño justo
- Intencionalidad compartida
- Aprendizaje social para la transmisión de la información
- Reproducción cooperativa

- Capacidad intelectual configurada para el lenguaje
- Nicho ecológico en el que la colaboración salía rentable

Un ejemplo muy representativo de esta necesidad de confianza y disposición para ayudar es el parto de los homínidos. Ya hemos hablado del dilema obstétrico por la desproporción pélvico-cefálica en nuestra especie y las dificultades que esto genera en el parto en comparación con el resto de los primates. Pero esta, en principio, desventaja evolutiva generó lo que se ha denominado la reproducción cooperativa. La voluntad de ayuda y confianza en el grupo posibilitaron a los homínidos no extinguirse ya que, difícilmente eran capaces de alumbrar a su descendencia por sí solos, sin la asistencia y la colaboración de otros congéneres. De todos los primates, el género *Homo* es el que tiene el índice reproductivo mayor porque lo permitió la cooperación del grupo.

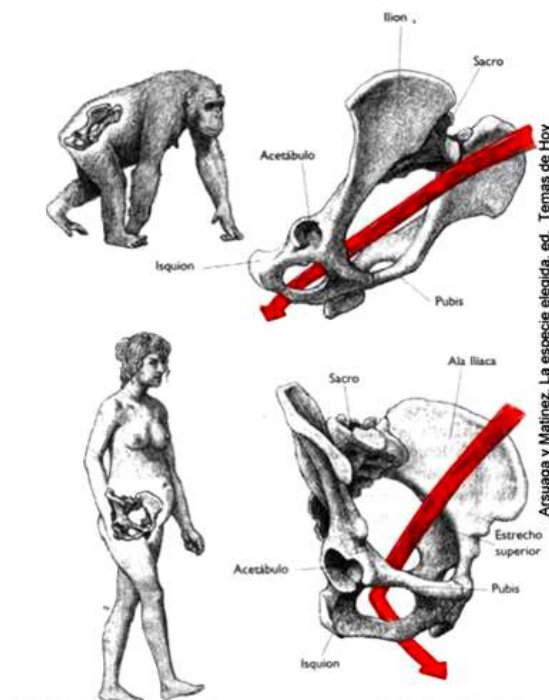


Figura 25. Comparación de la pelvis humana con la de un simio

La búsqueda de alimento y la orientación terrestre también pueden considerarse ejemplos de comportamientos complejos que involucran múltiples procesos cognitivos, como el aprendizaje, la búsqueda de caminos y el reconocimiento de patrones.



Figura 26. La caza cooperativa impulsó el lenguaje y el desarrollo cognitivo

Hace 2 millones de años surgieron unos homínidos con un mayor tamaño encefálico que precisaba un 20% de mayor consumo energético respecto a sus predecesores. Este aumento del gasto metabólico se debió entre otros motivos a la práctica cooperativa de conseguir y compartir comida. El poner a disposición de los demás congéneres los alimentos obtenidos de manera individual, ya sea con la caza o la recolección, generó un seguro energético que permitió subir el gasto metabólico de todo el grupo. El hecho que el gasto metabólico extra se dedicara al cerebro y no, directamente, a garantizar la supervivencia o a la reproducción, indica que estos cerebros de mayor tamaño proporcionaban un desarrollo cognitivo que facilitaría con el tiempo la fabricación de herramientas y el lenguaje. Por esta razón, la selección natural favoreció las inversiones evolutivas traducidas en potencial encefálico.

La culminación de la segunda fase de la evolución del lenguaje, se completó hace 200.000 años con la aparición del *Homo sapiens*, culminando lo que hemos llamado la revolución cognitiva del lenguaje. Esta innovación tuvo su máxima expresión hace 10.000 años, en la tercera fase de la adquisición del lenguaje que coincidió con la última etapa de la Edad de Piedra, el Neolítico. Esta época estuvo marcada por la llegada de la agricultura y la ganadería, que llevó a los humanos a dejar el nomadismo y establecerse en poblados fijos, creando una economía productora con utensilios y herramientas más sofisticadas. Este cambio sustancial, transformó la vida humana de una economía de caza y recolección a una de producción de alimentos, permitiendo el desarrollo de las aldeas, los

utensilios de cerámica y una sociedad más compleja. También en este periodo apareció la escritura, lo que significa que el 95% de la historia de la humanidad ha sido ágrafa.

Conclusiones

El lenguaje es el instrumento de sociabilidad por excelencia, que progresó como respuesta a la necesidad de mantener relaciones sociales complejas, y su desarrollo impulsó la formación y la estabilidad de grupos humanos que cooperaban entre sí. Su impacto sobre el crecimiento y la complejidad encefálica mediante una secuencia de retroalimentación positiva fue muy elocuente y significativo.

Como reflexiones y conclusiones de este artículo podemos decir que:

- El protolenguaje apareció en un momento temprano de nuestra evolución
- Caminar y hablar fueron de la mano
- El lenguaje se desarrolló de una manera gradual
- El origen del lenguaje tuvo más que ver con una cuestión de motivación que de mutaciones
- El lenguaje es sin duda una de las claves evolutivas que nos ha hecho humanos.