

¿EVIDENCIAS FÓSILES DEL ORIGEN DEL LENGUAJE?

ANTONIO BENÍTEZ BURRACO
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

1. Introducción

Las dificultades metodológicas a las que se enfrenta la investigación sobre el origen del lenguaje están directamente condicionadas, por un lado, por las disquisiciones teóricas acerca de la naturaleza de la capacidad lingüística humana, las cuales, para R. P. BOTHA (2000), se hayan distorsionadas por su opacidad ontológica, desde el momento en que no existe un consenso evidente sobre cuál es realmente la naturaleza biológica del lenguaje. Por otro lado, cualquier trabajo sobre la evolución del lenguaje implica pronunciarse sobre el proceso de cambio de entidades prelingüísticas y lingüísticas sobre las que no existen evidencias históricas, por lo que cualquier conclusión sobre este fenómeno es resultado, en la práctica, de inferencias construidas a partir de datos arqueológicos o restos fósiles no lingüísticos, cuya validez puede resultar en ocasiones muy cuestionable (R. P. BOTHA, 2000).

Un primer punto de controversia en la discusión sobre el origen del lenguaje lo constituye el patrón evolutivo que ha caracterizado su aparición. En este sentido, se han propuestos dos modelos generales diferentes. Las tesis discontinuistas, al distinguir diferentes constituyentes del lenguaje cuyo desarrollo se caracteriza por distintos grados de continuidad (mecanismos auditivos, de gran continuidad; mecanismos cerebrales, de menor continuidad; mecanismos articulatorios, de máxima discontinuidad), apuestan por una evolución en mosaico (J. AITCHISON, 1998: 19-20). Por el contrario, los partidarios de las tesis continuistas optan por un desarrollo continuo del lenguaje, lo que presupone que deriva de la cognición animal y no de la comunicación animal (I. ULBAEK, 1998: 33).

Una segunda cuestión de gran relevancia la constituye el problema del *tempo* evolutivo que ha marcado la aparición del lenguaje humano. Una parte de los investigadores, como F. J. NEWMAYER (1998), opta por un patrón de evolución gradual, resultado de una serie de cambios menores pero acumulativos, consecuencia de un mecanismo selectivo que actúa sobre cada uno de los componentes del lenguaje. Sin embargo, para otros estudiosos, como R. C. BERWICK (1998: 324-337), la propia naturaleza de la gramática universal, al menos tal como ha sido descrita por N. A. CHOMSKY (1965, 1972), impide la existencia de estadios intermedios entre una sintaxis no combinatoria y el lenguaje humano, por lo que el paso clave en la aparición del mismo sería único. En esta línea D. BICKERTON (1998: 353) ha propuesto la aparición de la sintaxis como consecuencia de un mecanismo de análisis θ , que asigna los papeles temáticos de agente, tema y objeto a los participantes de un hecho cualesquiera, de manera que de la conjunción del análisis θ y los elementos del protolenguaje no sólo se originó una estructura sintáctica, sino que se desencadenó toda una cascada de señales que determinó en último término la conformación del lenguaje tal como lo conocemos actualmente.

Una tercera cuestión extraordinariamente importante, relacionada con la anterior, lo constituye la naturaleza del mecanismo evolutivo que ha dado lugar al lenguaje humano.

Las tesis no gradualistas sostienen que el lenguaje es el resultado de una exaptación, (S. J. GOULD y R. C. LEWONTIN, 1979), es decir, se trataría de un subproducto de un proceso evolutivo diferente, empleado posteriormente con objeto de satisfacer una función distinta y optimizado secundariamente mediante una remodelación de tipo adaptativo (N. A. CHOMSKY, 1982, 1988; S. J. GOULD, 1991; M. PIATELLI-PALMARINI, 1989; L. JENKINS, 2000). Cabría cuestionarse, desde luego, cuál es realmente la entidad de la que el lenguaje humano es un subproducto, así como el número y la naturaleza de las características de esa hipotética entidad que se preservaron y que se eliminaron para conformar el lenguaje moderno (R. P. BOTHA, 2001: 235). S. J. GOULD rechaza el carácter adaptativo del lenguaje humano y su posible evolución por selección a partir de sistemas gestuales y de comunicación de otras especies. Para este autor (S. J. GOULD, 1991: 57-61) el lenguaje sería uno de los muchos subproductos de algo tan complejo y repleto de capacidades latentes como el cerebro humano.

Sobre la base teórica de la exaptación como mecanismo evolutivo de origen del lenguaje se han construido algunas de las hipótesis más sugerentes planteadas hasta la fecha acerca de la aparición de las capacidades lingüísticas en el hombre. Así, por ejemplo, P. LIEBERMAN (1984: 67) ha sugerido que los mecanismos cerebrales involucrados en la organización de una sintaxis rudimentaria de tipo secuencial habrían surgido del cambio de función de redes neuronales involucradas en el control de los movimientos orofaciales, necesarios para la articulación de los sonidos, los cuales, a su vez, se habrían originado como consecuencia de un cambio de función previo de centros cerebrales motores responsables de la manipulación de objetos (P. LIEBERMAN, 1991: 109). Por su parte, W. K. WILKINS y J. WAKEFIELD (1995: 162) han propuesto que el lenguaje habría aparecido como consecuencia de un cambio de función del área de Broca y del área de Wernicke, que se ocupaban hasta entonces de la regulación motora de la manipulación de objetos. En un momento que identifican con la aparición del *Homo habilis*, hace aproximadamente dos millones de años, estas dos áreas corticales habrían pasado a ocuparse del procesamiento de estímulos sensoriales y de su transformación en estructuras conceptuales amodales y jerárquicamente ordenadas (W. K. WILKINS y J. WAKEFIELD, 1995: 175), un prerrequisito para el lenguaje, que evolucionaría luego por efecto de la selección natural. Por último, para W. H. CALVIN y D. BICKERTON (2000) el lenguaje humano habría comenzado siendo realmente un protolenguaje desestructurado, a la manera de un protosaber, constituido por gestos y palabras aislados; de forma imprevista, se habría producido una reapropiación de las categorías del cálculo social (agente, tema y objeto), utilizadas ya en el seno de especies sociales, como las de los homínidos primitivos (anteriores seguramente al *Homo ergaster*), para recordar la naturaleza y la frecuencia de los intercambios e interacciones sociales, como base para una sintaxis primitiva.

Diferentes autores, como R. N. BRANDON y N. HORNSTEIN (1986), J. R. HURFORD (1992), S. PINKER y P. BLOOM (1990), F. J. NEWMYER (1998) o M. DONALD (1999), consideran, en cambio, que la adaptación es el mecanismo evolutivo que mejor explica la aparición del lenguaje. Según las tesis de estos investigadores, las diversas peculiaridades que caracterizan la capacidad lingüística humana (y a sus componentes) se habrían seleccionado hasta definir un código comunicativo estandarizado común a la estructura cerebral de una masa crítica de hablantes (S. PINKER y P. BLOOM, 1990: 718). Como consecuencia de su evolución adaptativa el lenguaje exhibe un diseño complejo, es decir, se revela como una estructura heterogénea que se comporta como una unidad funcional (S. PINKER y P. BLOOM, 1990: 767), fruto de la selección natural. Pero, además, para ser considerado un carácter adaptativo, el lenguaje ha de tener una función significativa desde el punto de vista evolutivo, que para S. PINKER y P. BLOOM (1990: 712) sería la de comunicar estructuras proposicionales a través de un canal seriado, haciendo corresponder significados a sonidos pronunciables y recuperables, lo que permite al ser humano adquirir e intercambiar información, acerca del medio externo y de su propio estado interno, y responder a los cambios del medio, sin necesidad de desarrollar nuevos caracteres adaptativos mediante mutación y selección, un proceso evolutivo mucho más lento.

Una cuarta y última cuestión concerniente al origen del lenguaje es la manera de conseguir relacionar las etapas de desarrollo de la capacidad lingüística humana y las diferentes fases de evolución de los homínidos, tal y como se pueden deducir del análisis del registro fósil. En la base de este tipo de discusiones se plantea realmente el problema fundamental de si conciencia y lenguaje son entidades separadas. Para ciertos investigadores, siguiendo a J. FODOR, es concebible una conciencia sin lenguaje; de manera las funciones mentales podrían dividirse en perceptivas, destinadas a procurar información del medio externo a través de un sistema de módulos independientes e innatos entre los que estaría el lenguaje, y cognitivas, cuya función sería la de organizar la información y generar respuestas antes los estímulos externos. Resultaría lícito, por tanto, determinar el patrón evolutivo de ambas entidades por separado y rastrear el registro fósil en busca de evidencias que atestigüen el paso de una etapa evolutiva a otra.

Tradicionalmente se ha defendido la existencia de un módulo lingüístico (independiente), que se ha venido localizando en la región perisilviana, concretamente en su parte anterior, que incluye el área de Broca, donde se localizan las neuronas encargadas del procesamiento gramatical, y en su parte posterior, que abarca el área de Wernicke y la zona de

unión de los lóbulos temporal, parietal y occipital, donde se localizan los centros cerebrales responsables del procesamiento de los sonidos y de algunos significados de las palabras. No obstante, actualmente se cree que deben existir otras regiones corticales involucradas en el lenguaje, de manera que, al igual que ocurre con el pensamiento abstracto o la conciencia, los centros cerebrales encargados de tareas lingüísticas se encontrarían dispersos por toda la superficie del córtex cerebral e interconectados entre sí de forma sutil y compleja, con objeto de lograr una adecuada interrelación, tan característica del lenguaje, entre el sonido, la sintaxis y la lógica de las palabras, y el aspecto de los objetos representados por ellas (G. A. OJEMANN, 1991; S. PINKER, 2001: 342-346).

En cambio, para otros investigadores, como W. NOBLE e I. DAVIDSON (1991), no existiría conciencia sin lenguaje, por lo que ambas entidades tendrían que haber surgido simultáneamente. Este tipo de tesis supone una aceptación explícita de la exaptación como modelo evolutivo. Puesto el lenguaje se entiende como "un uso simbólico de signos" (W. NOBLE e I. DAVIDSON, 1991: 237), la búsqueda de su origen supone un escrutinio del registro fósil en busca de símbolos, de signos convencionales y arbitrarios, que, al parecer, surgieron por primera vez hace unos 30.000 años (W. NOBLE e I. DAVIDSON, 1991: 246).

2. Evidencias fósiles del origen del lenguaje

En la mayoría de los casos, optar por una u otra de las opciones que se han propuesto para explicar el origen y la evolución del lenguaje humano depende, en la práctica, del marco lingüístico teórico de partida empleado en la discusión y no tanto del análisis de las evidencias externas de tipo paleontológico o anatómico, cuya interpretación casi nunca resulta unánime. Por otra parte, resulta imprescindible adoptar en este tipo de análisis una metodología lo más rigurosa posible, con objeto de evitar conclusiones apresuradas que, por muy atractivas que resulten, pueden ser seriamente cuestionadas con posterioridad a la luz de los presupuestos teóricos de la teoría evolutiva.

Así, por ejemplo, en el caso de las hipótesis que proponen un origen exaptativo del lenguaje, no resultaría lícito, desde el punto de vista de la teoría evolutiva, emplear como base de la argumentación datos procedentes del análisis de las funciones actuales de los elementos neuroanatómicos implicados en el lenguaje. Dado que el lenguaje ha estado sometido a un proceso de adaptación secundaria tras su aparición, seguramente se habrán distorsionado desde entonces las evidencias de su origen exaptativo, al menos tal y como podemos analizarlas actualmente. En este caso, las inferencias acerca del origen de la capacidad lingüística humana deberían realizarse mediante el análisis anatómico comparativo entre especies relacionadas de las estructuras implicadas en el lenguaje, o bien, del análisis histórico de su origen a partir de evidencias fósiles (S. J. GOULD, 1997). En el caso del lenguaje, la primera aproximación se revela inviable, puesto que el *Homo sapiens* es la única especie que dispone actualmente de capacidad lingüística tal como la hemos definido anteriormente, habiéndose extinguido los otros homínidos emparentados con el ser humano que presumiblemente también podrían poseerla. Y es que la utilidad de este método está limitada a la comparación de estructuras relacionadas filogenéticamente, a partir de las cuales es posible establecer un análisis cladístico, con objeto de evitar la comparación de características análogas, y no de las homólogas, que presentan un antecesor común (M. RIDLEY, 1993: 631-636). Por tanto, si se quiere disponer de un soporte teórico adecuado para intentar demostrar el origen exaptativo del lenguaje humano, resulta imprescindible recurrir al análisis comparativo riguroso del registro fósil (R. P. BOTHA, 2002a).

Por lo que se refiere a las hipótesis que defienden el carácter adaptativo del lenguaje, desde el punto de vista metodológico su verificación exige la constatación de la existencia de un incremento de complejidad de sus componentes estructurales desde un estado ancestral más simple (R. LEWONTIN, 1990: 740). A falta de datos procedentes de especies próximas vivas, por la razón antes aducida, el examen del registro fósil se revela igualmente como imprescindible.

2.1. Evidencias paleoneurológicas

Capacidad craneal. A lo largo de la evolución humana se ha producido un incremento muy notable del volumen cerebral, en términos absolutos y relativos. Presumiblemente, el aumento de índice de encefalización, que mide el grado en que el peso del encéfalo se aparta del valor esperado según el peso corporal del individuo, ha implicado un incremento de la complejidad cerebral, sentando también las bases para la aparición de habilidades cognitivas complejas. A lo largo de la historia evolutiva del hombre han tenido lugar dos fases de aceleración de la expansión cerebral, coincidentes, respectivamente, con el surgimiento del género *Homo* y con la aparición simultánea en Europa y África de las especies más evolucionadas de este género (*Homo neanderthalensis* y *H. sapiens*, respectivamente) (J. L. ARSUAGA *et al.*, 2000).

Impresiones cerebrales fósiles. Mucho más relevantes serían los datos concernientes a la evolución de la organización de las estructuras cerebrales. Conforme el cerebro de los homínidos fue evolucionando, se produjo una diferenciación progresiva con respecto al del resto de los primates, que determinó un incremento de su especialización morfológica y funcional, el desarrollo de una marcada asimetría entre los dos hemisferios, reflejo de esta especialización, y un aumento del tamaño y la complejidad del lóbulo frontal, que se encarga de funciones superiores como el pensamiento creativo, la planificación a largo plazo, la expresión artística, el control motor o el lenguaje (K. SEMENDEFERI *et al.*, 1997). El estudio del endocráneo, es decir, de la superficie interna de los huesos del cráneo, permite analizar la morfología externa del encéfalo, en particular la presencia de surcos, circunvoluciones, cisuras y venas meníngeas (J. L. ARSUAGA *et al.*, 2000). La morfología cerebral moderna se encuentra ya en el *H. habilis*, que sería primer homínido dotado de las bases neuroanatómicas necesarias para el lenguaje (W. K. WILKINS y J. WAKEFIELD, 1995). De hecho, diversos autores creen posible identificar un área de Broca, con un desarrollo semejante al que existe en el ser humano, a partir del análisis de las impresiones cerebrales existentes en los restos fósiles de esta especie (R. L. HOLLOWAY, 1983; P. V. TOBIAS, 1983). Para estos y para otros autores la aparición del lenguaje desde el punto de vista neuroanatómico se explicaría como una reutilización con fines lingüísticos de las áreas de Broca y Wernicke existentes ya en los primates (C. CANTALUPO y W. D. HOPKINS, 2001), en los que se encarga de funciones motoras no lingüísticas (P. F. MACNEILAGE, 1998).

Asimismo, durante la evolución de los homínidos se produjo una expansión no alométrica del lóbulo temporal (donde se localiza, precisamente, el área de Wernicke, que participa en la comprensión de los mensajes lingüísticos auditivos), que afectó fundamentalmente a la materia blanca, lo que está seguramente relacionado con procesos de reorganización de este lóbulo, como consecuencia de un fenómeno más general de expansión del córtex cerebral, asociado al lenguaje y al establecimiento de las conexiones neuronales necesarias para su funcionamiento (J. K. RILING y R. A. SELIGMAN, 2002).

No obstante, es preciso reconocer que hasta el momento no podemos cuantificar realmente la magnitud de los cambios cerebrales que tuvieron lugar durante la adquisición de la competencia lingüística y si estos cambios de función anteriormente descritos, así como la emergencia concomitante de aquella competencia son concebibles sin la intermediación de un diseño específico de áreas cerebrales involucradas en procesos lingüísticos (R. LEWONTIN, 1990: 740).

Por lo que se refiere al factor desencadenante de estos cambios, L. C. AIELLO y R. I. M. DUNBAR (1991) han establecido la existencia de una correlación directa entre el tamaño del neocórtex, el tamaño de los grupos sociales de homínidos primitivos y el tiempo dedicado a la interacción social. Para estos autores la aparición de grupos sociales de mayor tamaño y complejidad (184), seguramente en respuesta a un cambio en las condiciones ecológicas de su medio ambiente, determinó en último caso la aparición de un sistema efectivo de comunicación vocal, cuyo contenido simbólico se fue incrementando con el tiempo (191).

En todo caso, hay que tener en cuenta que el análisis de las impresiones cerebrales fósiles únicamente proporciona información acerca de la porción superficial del córtex cerebral, de manera que para algunas autores resulta metodológicamente cuestionable la pertinencia de

las inferencias acerca de la organización neuroanatómica global del cerebro y de su organización funcional, también en lo concerniente a la capacidad conceptual del área de Broca y de Wernicke (R. P. BOTHA, 2002a). La razón es, nuevamente y como ya se ha apuntado, que las funciones cognitivas complejas no parecen corresponderse de forma tan unívoca como se venía creyendo habitualmente con las estructuras neuroanatómicas (W. D. DINGWALL, 1995; M. DONALD, 1995; E. WHITCOMBE, 1995). De hecho, la tradicional relación biunívoca establecida entre las áreas corticales de Broca y Wernicke y el lenguaje resulta ser tan sólo una simplificación, incapaz de aprehender la complejidad de los circuitos neuronales que, distribuidos en poblaciones segregadas por todo el neocórtex y las estructuras subcorticales, regulan la codificación, la comprensión y la descodificación de mensajes lingüísticos, pudiendo intervenir además en la coordinación de otros aspectos del comportamiento. Es lo que sucede, por ejemplo, con el ganglio basal, que regula el control motor, pero que también es imprescindible para la emisión de mensajes, el razonamiento abstracto y el aprendizaje, como ha apuntado recientemente P. LIEBERMAN (2002). Por otra parte, este tipo de evidencias sugieren también que determinados elementos neurofisiológicos necesarios para el lenguaje son muy antiguos, si bien fueron modificados progresivamente a lo largo de la evolución con objeto de incrementar las habilidades cognitivas y lingüísticas del ser humano (P. LIEBERMAN, 2002).

Lateralización. La evidencia fósil más importante de la existencia de lateralización cerebral, un rasgo distintivo de la línea evolutiva que conduce al *H. sapiens*, lo constituyen la presencia de señales indicativas de un uso preferente de una de las dos manos en la manipulación de objetos. A partir del registro fósil dejado por *H. ergaster*, el primer homínido que emplea habitualmente herramientas auxiliares para la preparación del alimento, J. L. ARSUAGA *et al.* (2000) constatan la existencia de marcas en los incisivos, dejadas por el filo de instrumentos cortantes, que siguen una disposición que sugiere la utilización preeminente de la mano derecho como elemento de sostén del filo cortante (J. L. ARSUAGA *et al.*, 2000).

2.2. Restos fósiles del aparato fonador y estructuras del habla

Otra aproximación considerablemente productiva para el esclarecimiento del origen del lenguaje lo constituye el análisis de los restos fósiles del aparato fonador, desde el momento en que entre las características distintivas del lenguaje humano se encuentran su carácter doblemente articulado y la utilización de un canal acústico en la emisión de los mensajes lingüísticos, lo que exige la presencia de un sistema de codificación de señales en forma de sonidos. Las partes principales de este aparato fonador no fosilizan, dado que son estructuras tisulares blandas. Sin embargo, otras, como el paladar sí lo hacen. Además, se ha empleado una serie de evidencias indirectas con objeto de determinar el nivel de similitud entre los aparatos fonadores de los homínidos ya extinguidos y el existente en el hombre actual.

Área de los canales hipoglosos. El canal hipogloso permite el paso del nervio craneal XII (hipogloso) que, partiendo del núcleo hipogloso de la médula dorsal del tronco del encéfalo, proporciona inervación a todos los músculos intrínsecos de la lengua y a todos los extrínsecos, salvo uno (H. GRAY *et al.*, 1980). R. F. KAY *et al.* (1998) han propuesto que el área del canal hipogloso sería un indicativo indirecto del grosor del nervio craneal XII y de su número de axones, de manera que constituiría una medida de la capacidad de movilidad de la lengua, imprescindible para una correcta articulación de los sonidos, y, por tanto, en un último salto inferencial, de la capacidad lingüística del individuo. El análisis del área de los canales hipoglosos en restos fósiles de homínidos llevado a cabo por estos autores pondría de evidencia que existen valores próximos a los característicos del *H. sapiens* ya desde el Pleistoceno medio (correspondiendo, seguramente, a la aparición del *H. ergaster*), por lo que el momento de aparición del lenguaje moderno podría datarse hace unos 400.000 años. Hay que apuntar, no obstante, que autores como D. DEGUSTA *et al.* (1999) han cuestionado las inferencias llevadas a cabo por KAY *et al.*, indicando que podría no existir una correlación tan clara entre el área del canal hipogloso y el tamaño del nervio. Esta es una prueba más de que puede resultar en ocasiones muy cuestionable emplear evidencias materiales únicas y secundarias para inferir la

existencia de habilidades complejas y, aún más, de las capacidades cognitivas asociadas al lenguaje (P. R. BOTHA, 2001).

Ángulo de flexión de la base del cráneo. El desarrollo del aparato fonador moderno conllevó fundamentalmente un acortamiento del segmento horizontal de las vías aéreas supralaríngeas, debido a la reducción del aparato masticador y por ende del paladar, y un alargamiento concomitante del segmento vertical. Diversos investigadores, como J. S. REIDENBERG y J. T. LAITMAN (1991) y J. S. LAITMAN *et al.*, (1996) han propuesto que la medida del ángulo de la base del cráneo en relación con la columna vertebral puede constituir un indicativo fiable del grado de retroceso del paladar y, por tanto, de las propiedades acústicas del tracto supralaríngeo. Sin embargo, J. L. ARSUAGA *et al.* (2000), han cuestionado esta interpretación.

Morfología del hueso hioides. La existencia de un hueso hioides, que es el que soporta la laringe, con un tamaño y un aspecto semejantes al característico del hombre moderno, ha sido también otro de los criterios utilizados para inferir la existencia de las bases morfológicas necesarias para el lenguaje humano (B. ARENSBURG *et al.*, 1989).

Restos fósiles de las vías aéreas supralaríngeas. Cuando se han analizado los restos fósiles de homínidos extinguidos, la peculiar configuración del aparato fonador humano se ha utilizado como un criterio discriminador de la posesión de un lenguaje articulado semejante al que posee el hombre moderno. Diversas partes de este aparato fosilizan, como sucede con el paladar duro; en otros casos ha resultado factible la reconstrucción de la disposición y la configuración de las cavidades supralaríngeas. En un análisis clásico, P. LIEBERMAN *et al.* (1972) procedieron a comparar las capacidades articulatorias del *H. sapiens*, el *H. neanderthalensis* y *Pan troglodytes*, apoyándose en los presupuestos de la fonética acústica (T. CHIBA y M. KAJIYAMA, 1958). La conclusión principal de este estudio fue demostrar la incapacidad del *H. neanderthalensis* para emitir las vocales [a], [i] y [u], que conforman precisamente los límites del triángulo vocálico que es posible encontrar en todas las lenguas humanas actuales (N. S. TRUBETZKOY, 1939). Estos sonidos vocálicos se caracterizan, además, por su estabilidad y sus prominentes características acústicas (K. N. STEVENS, 1969), así como por el hecho de que son las únicas vocales para las cuales existe una relación biunívoca entre su patrón acústico y un área única del tracto vocal (B. LINDBLOM y J. SUNDBERG, 1969), por lo que desempeñan un papel crucial en una correcta percepción del habla (P. LIEBERMAN *et al.*, 1972). Aquella restricción articulatoria plantea para P. LIEBERMAN *et al.* (1972: 302) importantes limitaciones a la capacidad lingüística del *H. neanderthalensis*, quien probablemente emplearía un sistema de codificación no silábico de los mensajes lingüísticos, lo que reduciría notablemente la tasa de transferencia informativa en relación con la característica del habla humana actual, pero también su complejidad semántica y sintáctica. Todo esto implicaría, en último término, un desarrollo diferente con respecto al *H. sapiens* del resto de las capacidades anatómicas y neuronales involucradas en el lenguaje, pero también en otras habilidades cognitivas superiores (P. LIEBERMAN *et al.*, 1972: 302).

Como siempre que se hacen inferencias sobre las propiedades de un carácter complejo a partir de uno de sus componentes, otros autores han propuesto conclusiones opuestas acerca de las capacidades articulatorias de los homínidos más evolucionados. Así, para HOUGHTON (1993) la organización del aparato vocal supralaríngeo del *H. neanderthalensis* sería semejante al del *H. sapiens* (HOUGHTON, 1993), lo que llevaría a especular acerca de las capacidades lingüísticas de la especie (GIBBONS, 1992). Asimismo y en opuesta confrontación con las tesis de P. LIEBERMAN *et al.* (1972), J.-L. HEIM *et al.* (2002) concluyen en un nuevo análisis sobre las capacidades articulatorias del *H. neanderthalensis* que sería capaz de pronunciar las vocales [a], [i] y [u] de forma tan distintiva como el *H. sapiens* moderno.

2.3. Evidencias fósiles del pensamiento lingüístico simbólico

Tanto si se considera que conciencia y lenguaje son entidades inseparables (W. NOBLE e I. DAVIDSON, 1991.), como si se concibe la posibilidad de un pensamiento abstracto sin lenguaje, lo cierto es que las evidencias fósiles concernientes a la existencia de lo que se ha denominado vagamente como "funciones intelectivas superiores" o "comportamiento humano superior" (J. L. ARSUAGA *et al.*, 2000) son siempre indirectas, puesto que las pautas de este comportamiento

tampoco fosilizan. Entre estos indicativos indirectos destacan, por ejemplo, la existencia de una industria lítica desarrollada (fundamentalmente la aparición del modo técnico II o achelense y las tecnologías que hicieron posibles los bifaces), la utilización del fuego, la presencia de enterramientos, la planificación económica a largo plazo (incluyendo la previsión y el seguimiento de los fenómenos naturales estacionales o la preparación de viajes a larga distancia, como el que permitió, por ejemplo, la colonización de Australia hace unos 40.000 años) o, finalmente, las manifestaciones artísticas de toda índole, que supondrían la utilización por vez primera de estructuras simbólicas para aludir a realidades físicas o espirituales no inmediatas (J. L. ARSUAGA *et al.*, 2000). El registro del código lingüístico empleado en la comunicación es extraordinariamente reciente: la escritura sólo apareció hace unos 6000 años y los posibles rudimentos de una suerte de notación hace sólo unos 13.000 años (HOLDEN, 1998: 1455).

Se considera, en general, que las bases neuroanatómicas necesarias para la existencia del lenguaje humano estaban ya presentes, hace al menos 150.000 años, en los representantes del género *Homo* antecesores del *H. neanderthalensis* y del *H. sapiens* (seguramente el *H. ergaster*). Sin embargo, lo cierto es que aquellas manifestaciones que presuponen un comportamiento cognitivo simbólico y la utilización como vehículo de comunicación de un lenguaje, entendido como un conjunto de símbolos arbitrarios que designa objetos y acciones (W. NOBLE e I. DAVIDSON, 1991), no aparecieron hasta hace unos 40.000 años, con el desarrollo del modo técnico IV o auriñaciense, exclusivo ya del *H. sapiens*, en lo que se ha denominado la revolución del Paleolítico Superior (R. A. FOLEY, 1991). No obstante, a partir exclusivamente del análisis de las industrias líticas del Paleolítico Medio y Superior, algunos autores habían cuestionado ya la interpretación de que dicha transición paleolítica estuviese determinada por la aparición del lenguaje tal como lo conocemos hoy (M. CHAZAN, 1995). Poco a poco están apareciendo otras evidencias que sugieren que el tipo de actividades que asociamos al lenguaje humano podría haberse iniciado con anterioridad, al menos en África (S. MCBREARTY y A. S. BROOKS, 2000); por otra parte, resultaría poco plausible desde el punto de vista evolutivo el mantenimiento durante un período de tiempo tan prolongado de una estructura energéticamente tan costosa como el cerebro humano y de una laringe, diseñada para la fonación, pero que plantea una peligrosa posibilidad de atragantamiento durante la masticación, sin que la propiedad para la que parecen diseñados, el lenguaje, se manifestara realmente. (C. HOLDEN, 1998: 1454).

2.4. Pertinencia y utilidad de las evidencias fósiles en el análisis del origen del lenguaje

Los resultados obtenidos a partir del estudio de evidencias fósiles como las discutidas hasta el momento no parecen ser suficientes para aventurar ninguna conclusión definitiva sobre el proceso evolutivo que condujo a la aparición del lenguaje en el hombre moderno. Así, por ejemplo, no resulta posible explicar de momento las razones por las que un fenómeno adaptativo que determinó un incremento progresivo de las habilidades cognitivas de los antepasados del *H. sapiens* no tuvo efectos apreciables sobre su comportamiento o su tecnología durante el dilatado intervalo temporal en que se produjo (unos 2 millones de años), como parece sugerir la ausencia de evidencias fósiles de un comportamiento moderno durante este prolongado período. Se hace preciso, por tanto, el análisis de algún otro factor que permita determinar las causas del origen del lenguaje y describir su patrón evolutivo.

2.5. ADN fósil: una nueva variable que es preciso tener en cuenta

La biología molecular podría proporcionar evidencias directas que acaso resultasen fundamentales para la solución del problema del origen del lenguaje. Como sucede con cualquier otro carácter biológico, los fundamentos bioquímicos, celulares e histológicos del lenguaje dependen en último término de los patrones de expresión de los genes que codifican las proteínas involucradas en la regulación de los procesos de desarrollo de las estructuras biofísicas que lo soportan y lo permiten, así como en la síntesis de los componentes que las

constituyen. En el caso del lenguaje, parece evidente, según los presupuestos generales de la escuela generativa, que nacemos con una capacidad instintiva para el lenguaje, que nos dota de una gramática universal, que no es sino un sistema de interconexión neuronal que permite clasificar palabras en categorías gramaticales y organizarlas en sintagmas de acuerdo con el sistema x-barra. El patrón general de desarrollo cerebral que subyace a esta habilidad lingüística está condicionado, desde el punto de vista molecular, por el papel regulador del crecimiento neuronal que desempeñan las proteínas codificadas por determinados genes, los genes del lenguaje. Estos "genes de la gramática" serían "secuencias de ADN que codifican proteínas o desencadenan la transcripción de otras proteínas, en determinados momentos y lugares del cerebro, que guían, fijan o atraen neuronas hacia aquellos circuitos que, una vez producido el ajuste sináptico que tiene lugar con el aprendizaje, intervienen en la solución de problemas gramaticales" (S. PINKER, 2001: 350-353).

Las modernas herramientas de la biología molecular permiten caracterizar cualquier gen involucrado en un determinado proceso biológico, determinando sus propiedades moleculares y su función, según el papel biológico desempeñado por la proteína codificada por su secuencia. Actualmente existen diversos candidatos que satisfacen los requisitos contenidos en la definición de "gen del lenguaje" propuesta anteriormente. Se trata de genes que codifican proteínas que participan en la modulación del desarrollo neuronal y de la arquitectura del córtex cerebral. En la mayoría de los casos los productos de estos genes son reguladores transcripcionales, como el conocido *FOXP2* (LAI *et al.*, 2001), que pueden actuar como activadores (*FMR1*) (YU *et al.*, 1991) o como represores (*MECP2*) (WAN *et al.*, 2001) de la expresión de otros genes; o bien, como moduladores de la actividad enzimática (*UBE3A*) o como dispositivos de respuesta a neurotransmisores (*GABRB3*) (LALANDE *et al.*, 1999).

La ventaja más significativa de la utilización de la biología molecular es que resultaría posible técnicamente determinar la existencia, en especies de homínidos próximas al *H. sapiens* pero ya extinguidas, de genes homólogos a los caracterizados en el ser humano como "genes de la gramática", una vez que hubieran sido clonados y secuenciados previamente en el hombre. Para ello únicamente sería preciso disponer de ADN fósil conservado en los restos de tejido procedentes de dichas especies.

El ADN fósil, es decir, el material genético obtenido a partir de restos biológicos preservados, permite medir directamente la evolución molecular a lo largo de períodos de tiempo dilatados (y no inferirla necesariamente a partir de la comparación de secuencias procedentes de poblaciones vivas), proporcionando de esta manera una visión más exacta de la naturaleza de los cambios genéticos y bioquímicos responsables de la aparición de determinados caracteres biológicos. Asimismo, el análisis del ADN fósil permitiría obtener una perspectiva temporal más exacta del ritmo o la magnitud de estos cambios, así como una visión diacrónica más ajustada de las transformaciones acontecidas en la estructura y en los tamaños efectivos de las poblaciones humanas, la importancia de sus desplazamientos demográficos, las relaciones filogenéticas entre los distintos grupos humanos o entre algunas de sus características (A. COOPER y R. WAYNE, 1998), así como las relaciones genéticas existentes entre poblaciones extinguidas y sus descendientes actuales (M. HOFREITER *et al.*, 2001a).

Sin el concurso del ADN fósil la aproximación molecular sólo puede limitarse a reconstruir la historia demográfica del ser humano, determinando la contribución de los distintos grupos y especies al acervo genético humano actual, pero sin saber nada acerca de las especies ya extinguidas (J. D. WALL, 2001).

La principal limitación que plantea el uso del ADN fósil es su significativa inestabilidad. El ADN sufre con el tiempo una oxidación y una hidrólisis progresivas, que terminan reduciéndolo a trazas de fragmentos de pequeño tamaño, constituidos por unas pocas bases, modificadas y unidas a menudo por enlaces complejos (M. HÖSS *et al.*, 1996), lo que da lugar a numerosas sustituciones de bases por deaminación de los residuos de deoxicitidina (M. HOFREITER *et al.*, 2001b). Además, excepto en casos excepcionales, la cantidad de ADN preservada en muestras biológicas fósiles es muy pequeña, de forma que únicamente pueden amplificarse con ciertas garantías aquellas secuencias de las que existan múltiples copias, como ocurre con los genes mitocondriales, pero no con los autosómicos, entre los que se encuentran potencialmente los "genes del lenguaje". Si no se solventan adecuadamente, todas estas

modificaciones bioquímicas dificultan la amplificación del ADN fósil y pueden dar lugar a artefactos y a errores en las secuencias obtenidas a partir de él (M. HORFTEINER *et al.*, 2001b). Se estima que la tasa de supervivencia del ADN no supera los 100.000 años (T. LINDAHL, 1993; M. HÖSS *et al.*, 1996).

Un segundo problema fundamental durante la manipulación de ADN fósil lo constituyen las contaminaciones, especialmente cuando se amplifican secuencias humanas (O. HANDT *et al.*, 1996; M. KRINGS *et al.*, 1997; M. HOFREITER *et al.*, 2001b).

A pesar de todas estas limitaciones metodológicas, el estudio del ADN fósil ya ha permitido establecer algunas conclusiones significativas acerca de la moderna historia evolutiva del ser humano. Así, la secuenciación del ADN fósil correspondiente a la región hipervariable II del genoma mitocondrial del *H. neanderthalensis* sugiere que el ancestro común entre esta especie y el *H. sapiens* habría vivido hace unos 500.000 años (M. KRINGS *et al.*, 1999); además el haplotipo del *H. neanderthalensis* no aparece encontrarse entre los humanos modernos, lo que descartaría definitivamente la posibilidad de que se hubiese producido un entrecruzamiento entre ambas especies (o si lo hubo se habría perdido debido a deriva génica) (M. NORDBORG, 1998).

Una vez identificados los "genes del lenguaje" será preciso reconstruir su historia evolutiva molecular mediante el análisis del ADN fósil, pero con toda probabilidad podremos retrotraernos en el tiempo unos 100.000 años, hasta llegar precisamente al momento en que, según el resto de las evidencias fósiles, surgió el lenguaje (moderno). Una vez allí, tendremos la posibilidad de determinar con toda exactitud la naturaleza de la mutación (o mutaciones) que modificaron la secuencia de aquellos "genes del lenguaje" y proponer una causa molecular responsable de la modificación de las estructuras neuroanatómicas heredadas de nuestros antepasados que nos dotó en ese momento de las habilidades cognitivas y/o lingüísticas que permitieron la aparición del lenguaje tal como hoy lo entendemos.

Referencias bibliográficas

- AIELLO, L. C. y DUNBAR, R. I. M., "Neocortex size, group size, and the evolution of language", *Current Anthropology* 34, 1993, 184-193.
- AITCHISON, J., *The Seeds of Speech. Language Origin and Language Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- AITCHISON, J., "On discontinuing the continuity-discontinuity debate", en HURFORD, J. R., STUDDERT-KENNEDY y M., KNIGHT, C. (eds.), *Approaches to the Evolution of Language*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, 17-28.
- ARENSBURG, B., TILLIER, A. M., VANDERMEERSCH, B., DUDAY, H., SCHEPARTZ, L. A. y RAK, Y. A., "Middle Palaeolithic human hyoid bone", *Nature*, 338, 1989, 758-60.
- ARSUAGA, J. L., *Claves de la evolución humana*, http://www.pntic.mec.es/mem/claves_evolucion/guia/guia.html, 2000.
- BERWICK, R. C., "Language evolution and the Minimalist Program: the origins of syntax", en HURFORD, J. R., STUDDERT-KENNEDY y M., KNIGHT, C. (eds.), *Approaches to the Evolution of Language*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, 320-340.
- BICKERTON, D., "Catastrophic evolution: the case for a single step from protolanguage to full human language", en HURFORD, J. R., STUDDERT-KENNEDY y M., KNIGHT, C. (eds.), *Approaches to the Evolution of Language*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, 341-358.
- BOTHA, R. P., "Discussing the evolution of the assorted beasts called language", *Language and Communication*, 20, 2000, 149-160.
- BOTHA, R. P., "Did language evolve like the vertebrate eye?", *Language and Communication*, 22, 2002, 131-158.
- BRANDON, R. N. y HORNSTEIN, N., "From icons to symbols: some speculations on the origin of language", *Biology and Philosophy* 1, 1986, 169-189.
- CALVIN, W. H. y BICKERTON, D., *Lingua ex Machina. Reconciling Darwin and Chomsky with the Human Brain*, Cambridge, MIT Press, 2000.
- CANTALUPO, C. y HOPKINS, W. D., "Asymmetric Broca's area in great apes", *Nature*, 414, 2001, 505.

- COOPER, A. y WAYNE, R., "New uses for old DNA", *Current Opinion in Biotechnology*, 9, 1998, 49-53.
- CHAZAN, M., "The language hypothesis for the Middle-to-Upper Paleolithic Transition. An examination based on a multiregional lithic analysis", *Current Anthropology*, 36, 1995, 749-768.
- CHIBA, T. y KAJIYAMA, M., *The vowel, its nature and structure*, Tokio, The Phonetic Society of Japan, 1958.
- CHOMSKY, N. A., *Aspects of the theory of syntax*, Cambridge, MIT Press, 1965.
- CHOMSKY, N. A., *Language and mind*, Nueva York, Harcourt, Brace Jovanovich, 1972.
- CHOMSKY, N. A., *Language and Problems of Knowledge*, Cambridge, MIT Press, 1988.
- DEGUSTA, D., GILBERT, W. H. y TURNER, S. P., "Hypoglossal canal size and hominid speech", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96, 1999, 1800-1804.
- DINGWALL, W. D., "Complex behaviors: evolution and the brain", *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 1995, 186-188.
- DONALD, M., "Neurolinguistic models and fossil reconstructions", *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 1995, 188-189.
- DONALD, M., "Preconditions for the evolution of protolanguages", en CORBALLIS, M. C. y LEA, S. E. G. (eds.), *The Descent of Mind. Psychological Perspectives on Hominid Evolution*, Oxford, Oxford University Press, 1999, 138-154.
- DUNBAR, R. I. M., "Coevolution of neocortical size, group size and language in humans", *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 1993, 681-735.
- FOLEY, R. A., "Language origins. The silence of the past", *Nature*, 353, 1991, 114-115.
- GOULD, S. J., "Exaptation: a crucial tool for evolutionary psychology", *Journal of Social Issues*, 47, 1991, 43-65.
- GOULD, S. J., "The exaptive excellence of spandrels as a term and prototype", *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 94, 1997, 10750-10755.
- GOULD, S. J. y LEWONTIN, R. C., "The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme", *Proceedings of the Royal Society of London*, 205, 1979, 581-598.
- GRAY, H., WARWICK, R. y WILLIAMS, P. L., *Gray's Anatomy*. Nueva York, Saunders, 1980.
- HANDT, O., KRINGS, M., WARD, R. H. y PÄÄBO, S., "The retrieval of ancient human DNA sequences", *Am. J. Hum. Genet.*, 59, 1996, 368-376.
- HEIM, J.-L., BOË B., L.-J. y ABRY, C., "La parole à la portée du conduit vocal de l'homme de Neandertal. Nouvelles recherches, nouvelles perspectives", *C. R. Palevol*, 1, 2002, 129-134.
- HOFREITER, M., JAENICKE, V., SERRE, D., HAESLER, A. y PÄÄBO, S., "DNA sequences from multiple amplifications reveal artifacts induced by cytosine deamination in ancient DNA", *Nucleic Acids Res.*, 29, 2001a, 4793-4799.
- HOFREITER, M., SERRE, D., POINAR, H. N., KUCH, M., y PÄÄBO, S. "Ancient DNA", *Nat. Rev. Genet.*, 2, 2001b, 353-359.
- HOLDEN, C., "No last word on language origins", *Science*, 282, 1998, 1455-1458.
- HOLLOWAY R. L., "Human paleontological evidence relevant to language behavior", *Human Neurobiology*, 2, 1983, 105-114.
- HOLLOWAY, R. L., "Evidence for the POT expansion in early Homo: A pretty theory with ugly (or no) paleoneurological facts", *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 1995, 191-193.
- HÖSS, M., JARUGA, P., ZASTAWNY, T. H., DIZDAROGLU, M. y PÄÄBO, S., "DNA damage and DNA sequence retrieval from ancient tissues", *Nucleic Acids Res.*, 24, 1996, 1304-1307.
- HURFORD, J. R., "An approach to the phylogeny of the language faculty", en HAWKINS, J. A. y GELL-MANN, M. (eds.), *The Evolution of Human Languages*, Redwood City, Addison-Wesley Publishing Company, 1992, 273-303.
- JENKINS, L., *Biolinguistics. Exploring the Biology of Language*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.
- KAY, R. F., CARTMILL, M. y BALOW, M., "The hypoglossal canal and the origin of human vocal behavior", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 95, 1998, 5417-5419.
- KRINGS, M. et al., "DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the Neandertal type specimen", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 96, 1999, 5581-5585.

- KRINGS, M., STONE, A., SCHMITZ, R. W., KRAINITZKI, H., STONEKING, M. y PÄÄBO, S., "Neandertal DNA sequence and the origin of modern humans", *Cell*, 90, 1997, 19-30.
- LAI, C. S., FISHER, S. E., HURST, J. A., LEVY, E. R., HODGSON, S., FOX, M., JEREMIAH, S., POVEY, S., JAMISON, D. C., GREEN, E. D., VARGHA-KHADEM, F., y MONACO, A. P., "The SPCH1 region on human 7q31: genomic characterization of the critical interval and localization of translocations associated with speech and language disorder", *Am. J. Hum. Genet.*, 67, 2002, 278-281.
- LALANDE, M., MINASSIAN, B. A., DELOREY, T. M. y OLSEN, R. W., "Parental imprinting and Angelman syndrome", *Adv. Neurol.*, 79, 1999, 421-429.
- LEWONTIN, R., "How much did he brain have to change for speech", *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 1990, 740-741.
- LIEBERMAN, P., "On the nature and evolution of the neural bases of human language", *Am. J. Phys. Anthropol. Suppl* 35, 2002, 36-62.
- LIEBERMAN, P., *The biology and evolution of language*, Cambridge, Harvard University Press, 1984.
- LIEBERMAN, P., *Uniquely human. The evolution of speech, thought, and selfless behavior*, Cambridge, Harvard University Press, 1991.
- LIEBERMAN, P., CRELIN, E. y KLADT, D. H., "Phonetic ability and related anatomy of the newborn and adult human, Neanderthal man, and the Chimpanzee", *American Anthropologist*, 74, 1972, 287-307.
- LINDAHL, T., "Instability and decay of the primary structure of DNA", *Nature*, 362, 1993, 709-715.
- LINDBLOM, B. y SUNDBERG, J., *A quantitative model of vowel production and the distinctive features of Swedish vowels*, Speech Transmission Laboratory Report 1, Estocolmo, Royal Institute of Technology, 1969.
- MACNEILAGE, P. F., "The frame/content theory of evolution of speech production", *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 1998, 499-511.
- MCBREARTY, S. y BROOKS, A. S., "The revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior", *J. Hum. Evol.*, 39, 2000, 453-563.
- NEWMAYER, F. J., "On the supposed 'counterfunctionality' of Universal Grammar: some evolutionary implications", en *Approaches to the Evolution of Language*, J. R. HURFORD, M. STUDDERT-KENNEDY y C. KNIGHT (eds.), Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
- NOBLE, W. y DAVIDSON, I., "The evolutionary emergence of modern human behaviour: language and its archaeology", *Man*, 26, 1991, 223-253.
- OJEMANN, G. A., "Cortical organization of language", *Journal of Neuroscience*, 11, 1991, 2281-2287.
- PIATELLI-PALMARINI, M., "Evolution, selection and cognition: from "learning" to parameter setting in biology and the study of language", *Cognition*, 31, 1989, 1-44.
- PIATELLI-PALMARINI, M., "An ideological battle over modals and quantifiers", *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 1990, 752-754.
- PINKER, S., *El instinto del lenguaje*, Madrid, Alianza Editorial, 2001.
- PINKER, S. y BLOOM, P., "Natural language and natural selection", *Behavioral and Brain Sciences*, 13, 1990, 707-727, 765-784.
- REIDENBERG, J. S., y LAITMAN, J. T., "Effect of basicranial flexion on larynx and hyoid position in rats: an experimental study of skull and soft tissue interactions", *Anat. Rec.*, 230, 1991, 557-569.
- RIDLEY, M., *Evolution*, Boston, Blackwell Scientific Publications, 1993.
- RILLING, J. K. y SELIGMAN, R. A., "A quantitative morphometric comparative analysis of the primate temporal lobe", *Journal of Human Evolution*, 42, 2002, 505-533.
- SEMENDEFERI, K., DAMASIO, H., FRANK, R. y VAN HOESSEN, G. W., "The evolution of the frontal lobes: a volumetric analysis based on three-dimensional reconstructions of magnetic resonance scans of human and ape brains", *Journal of Human Evolution*, 32, 1997, 375-388.
- STEVENS, K. N., "The quantal nature of speech: evidence from articulatory-acoustic data", en *Human Communication: a unified view*, E. E. DAVID, Jr. y P. B. DENES (eds.), Nueva York, McGraw-Hill, 1969.

TOBIAS, P. V., "Recent advances in the evolution of the hominids with especial reference to brain and speech", en *Recent advances in the evolution of primates*, C. CHAGAS, (ed.), Ciudad del Vaticano, Pontificia Academia Scientiarum, 1983, 85-140.

TRUBETZKOY, N. S., *Principles de Phonologie*, París, Klincksieck, 1939.

ULBAEK, I., "The origin of language and cognition", en HURFORD, J. R., STUDDERT-KENNEDY, M. y KNIGHT C. (eds.), *Approaches to the Evolution of Language*, Cambridge, Cambridge, University Press, 1998, 30-43.

WALL, J. D., "Reconstructing the past", *Trends in Genetics*, 17, 2001, 547-548.

WAN, M., ZHAO, K., LEE, S. S. y FRANCKE, U., "MECP2 truncating mutations cause histone H4 hyperacetylation in Rett syndrome", *Hum. Mol. Genet.*, 10, 2001, 1085-1092.

WHITCOMBE, E., "Paleoneurology of language: Grounds for scepticism", *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 1995, 204-205.

WILKINS, W. K., WAKEFIELD, J., "Brain evolution and neurolinguistic preconditions", *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 1995, 161-182, 205-226.

YU, S., PRITCHARD, M., KREMER, E., LYNCH, M., NANCARROW, J., BAKER, E., HOLMAN, K., MULLEY, J. C., WARREN, S. T., SCHLESSINGER, D., *et al.*, "Fragile X genotype characterized by an unstable region of DNA", *Science*, 252, 1991, 1179-1181.