

Luis M.º Gonzalo Sanz

Enigmas en la evolución

Del hombre animal
al hombre racional



ENSAYO | Biblioteca Nueva

Luis M.º Gonzalo Sanz

Enigmas en la evolución

**Del hombre animal
al hombre racional**



E ENSAYO | Biblioteca Nueva

ENIGMAS EN LA EVOLUCIÓN

Del hombre animal al hombre racional

Luis M.a GONZALO SALAZ

ENIGMAS EN LA EVOLUCIÓN

Del hombre animal al hombre racional

BIBLIOTECA NUEVA

Cubierta: José M.^a Cerezo

Edición digital, 2014

© Luis M.^a Gonzalo Sanz
© Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid
Almagro, 38
28010 Madrid
www.bibliotecanueva.es
editorial@bibliotecanueva.es

ISBN: 978-84-16089-34-5

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs., Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

Índice

[PRÓLOGO](#)

[INTRODUCCIÓN](#)

PARTE I

[Capítulo 1.-ALGUNAS IDEAS SOBRE EVOLUCIÓN](#)

[Darwinismo](#)

[Neodarwinismo](#)

[¿Azar en las mutaciones?](#)

[Polémica en torno al azar y el diseño inteligente como conductores de la evolución](#)

[Controversias político-religiosas, en los planes de estudio, con motivo de la evolución](#)

[El creacionismo](#)

[El diseño inteligente](#)

[Réplicas de los evolucionistas al DI](#)

[Matemáticas y evolución](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 2.-NUEVAS TÉCNICAS AUXILIARES EN PALEOANTROPOLOGÍA](#)

[Bases moleculares de la genética aplicables a la Paleoantropología](#)

[Los genes](#)

[Mutaciones](#)

[Relojes moleculares](#)

[Polimorfismo genético](#)

[Evolución por duplicación de genes](#)

[El ADN en Paleoantropología](#)

[El ADN mitocondrial](#)

[Cambios en el cromosoma sexual Y](#)

[Nuevos métodos de datación](#)

[Datación con potasio-argón](#)

[Datación mediante rastreo de fisión](#)

[Datación mediante termoluminiscencia](#)

[Datación mediante carbono 14](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 3.-SANO ESCEPTICISMO EN PALEOANTROPOLOGÍA](#)

[La Paleoantropología: Ciencia de suposiciones](#)

[Dieta y crecimiento cerebral](#)

[Volumen cerebral y desarrollo técnico-cultural](#)

[Sobre la aparición del lenguaje](#)

[Bibliografía](#)

PARTE II

[Capítulo 4.-UNA OJEADA A LA EVOLUCIÓN DEL HOMBRE](#)

[Sobre la terminología](#)

[Australopitecos](#)

[El gran avance de los australopitecos](#)

[Cambios morfofuncionales necesarios para adquirir la marcha bípeda](#)

[¿Fueron necesaria una o múltiples mutaciones?](#)

[De los australopitecos al primer Homo](#)

[Genus homo](#)

[Homo habilis](#)

[Homo erectus](#)

[Homo antecessor](#)

[Homo heidelbergensis](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 5.-EL ENIGMA DEL HOMO NEANDERTHALENSIS](#)

[Rasgos morfológicos](#)

[Cultura de los neanderthales](#)

[Condiciones de vida](#)

[Dieta](#)

[¿Hablaban?](#)

[Relaciones entre neanderthales y hombres modernos](#)

[Datos del ADN en los neanderthales](#)

[Su extinción](#)

[Disparidad entre desarrollo cerebral y desarrollo técnico-cultural](#)

[Los gigantes de la Sagrada Escritura y los neanderthales](#)

[Bibliografía](#)

PARTE 111

[Capítulo 6.-HOMO SAPIENS IDALTU Y HOMO SAPIENS MODERNO](#)

[Homo sapiens idaltu](#)

[Homo sapiens moderno](#)

[Cambios físicos](#)

[Cambios psicológicos](#)

[El enigma del Homo sapiens idaltu y del Homo sapiens moderno](#)

[El paso de hombre irracional a racional](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 7.-EL ENIGMA DEL LENGUAJE](#)

[El gen FOXP2](#)

[La comunicación por señales](#)

[Mecanismos que intervienen en el lenguaje](#)

[Cómo surgió el lenguaje](#)

[¿Cuándo comenzó a hablar el hombre?](#)

[Mecanismos del lenguaje](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 8.-EL CEREBRO NO PIENSA](#)

[Hipótesis reduccionista](#)

[La percepción es metaneuronal](#)

[La capacidad de abstraer es metaneuronal](#)

[Cómo explicar las relaciones mente-cerebro](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 9.-CAMBIO DE NATURALEZA EN EL HOMBRE MODERNO](#)

[Qué se entiende por naturaleza](#)

[Cambio por la elevación al orden sobrenatural](#)

[La intencionalidad](#)

[Algo más sobre los instintos](#)

[El libre albedrío](#)

[Bibliografía](#)

[Capítulo 10.-CREACIÓN Y EVOLUCIÓN](#)

[La Creación según la Escritura](#)

[Dificultades para admitir la Creación](#)

[Concordancia entre Creación y evolución](#)

[Monogenismo y poligenismo](#)

[Bibliografía](#)

[Epílogo](#)

[Glosario](#)

Prólogo

El proceso evolutivo, que ha permitido a nuestra especie llegar a su estado actual, presenta algunos pasos oscuros - verdaderos enigmas - sobre los cuales, como es de esperar, los criterios de los paleoantropólogos difieren y, en ciertos casos, son totalmente opuestos.

La dificultad de interpretar con seguridad esos pasos se debe a que la Paleontología cuenta con un material muy limitado. Aunque son ya bastantes los yacimientos donde se han encontrado restos óseos e instrumentos fabricados por nuestros antecesores, con todo, tales fósiles continúan siendo escasos. Es frecuente que las hipótesis se basen en el estudio de uno o dos casos, número la mayor parte de las veces insuficiente para llegar a una interpretación segura de los hechos. Por otra parte, los huesos constituyen la única parte de los vertebrados que resiste la acción del tiempo y, basándonos en esos restos hay que reconstruir las partes blandas que soportaron, tarea nada fácil y que se presta a errores, aún más fáciles de cometer si los huesos no tienen una relación inmediata con las partes blandas. Un ejemplo claro lo tenemos en el enigma del lenguaje. El único hueso que participa (por cierto, muy escasamente) en la fonación es el hiodes, deducir de la morfología de este hueso si una determinada especie hablaba o no es muy arriesgado. Otro tanto cabe decir del cerebro. Las referencias que podemos tener de la morfología del encéfalo de nuestros antepasados son las que nos proporciona la superficie endocraneal de la calota de esos cráneos, y lo que de esa superficie se puede deducir es poca cosa, aun en un cráneo reciente. En efecto, al estar rodeado el encéfalo por las meninges, en especial por la duramadre, que es la más gruesa y superficial, las circunvoluciones de la corteza cerebral no dejan sus impresiones en el hueso. Por otra parte, los cráneos extraídos de los yacimientos se encuentran notablemente fragmentados y hay que reconstruirlos con mucha paciencia y tiempo y, desde luego, la superficie endocraneal, tras esa reconstrucción, no es apta para darnos alguna información sobre la corteza cerebral, en cambio, sí que se puede saber, con bastante aproximación, el volumen del encéfalo. Si de la morfología externa del encéfalo se pasa a su estructura y a lo que ésta nos puede decir de la capacidad de pensar, de la emotividad y afectividad de los homínidos y homíninos, es dejar volar la imaginación sin las trabas de datos concretos. En definitiva, en la evolución del hombre todavía tenemos unos cuantos enigmas, que, sin duda, estimulan a pensar y a investigar con el fin de que pasen de incógnitas a datos objetivos. Entonces, si se llega a esa solución, se perderá en interés lo que se gane en precisión. Mientras que nos movemos en el terreno de las hipótesis se mantiene la ilusión por descubrir nuevos datos y permanece vivo el espíritu

polémico, que no es el afán de imponer el propio criterio, sino el deseo de que del intercambio de opiniones surja la luz.

El estudio y la reflexión de los que podemos considerar como enigmas en la evolución de nuestra especie, es el objeto principal de este ensayo. Entre tales enigmas, la atención se ha dirigido, principalmente, a la naturaleza del cambio que debió experimentar el Homo sapiens antiguo para convertirse en Homo sapiens moderno, al tiempo y modo en que surgió el lenguaje y, finalmente, a las causas de la brusca y total extinción de los neanderthales y del Homo sapiens antiguo.

Introducción

Casi todos conocemos quiénes han sido nuestros más inmediatos antecesores, por lo menos hasta los bisabuelos. Quienes les gusta rebuscar en los archivos parroquiales, pueden remontarse con facilidad hasta sus ancestros de un par de siglos. Si se trata de familias aristocráticas, suelen conocer bien su árbol genealógico desde hace unos 6 siglos. Las familias reales se remontan con facilidad hasta un milenio. Pero, ¿qué es un milenio si pensamos en nuestros primeros antepasados: nos separan de ellos unos 6 millones de años!

Avances en el último siglo. Hasta no hace mucho conocíamos poco y mal nuestra primitiva progenie. En el último siglo y, especialmente en sus últimas décadas, dados los abundantes descubrimientos realizados en paleoantropología, ha habido un considerable avance en el conocimiento de los pasos que ha dado la evolución del hombre. En este avance han contribuido, de forma decisiva, las nuevas técnicas auxiliares de la Antropología, entre las que se encuentran los métodos de datación y la biología molecular genética,

Todavía quedan enigmas. Con todo, hay todavía algunos enigmas y a ellos vamos a dirigir de modo especial nuestra atención. Entre ellos está cómo se originó el hombre moderno; por qué los hombres de Neanderthal y los de la especie de *Homo sapiens idaltu* (primitivo) desaparecieron de forma total y brusca quedando solamente el *Homo sapiens* moderno; ¿hubo un cambio de naturaleza al pasar el *Homo sapiens idaltu* a *Homo sapiens* moderno?, ¿ese posible cambio de naturaleza llevó consigo la aparición del lenguaje?

Para poder encuadrar debidamente estos enigmas es importante tener un conocimiento suficiente de los pasos que nuestra especie ha dado desde que se separó del tronco común con los Apes, hasta llegar al *Homo sapiens* moderno, recorrido éste de unos 6 millones de años.

La paleoantropología ciencia de hipótesis. La paleoantropología es una ciencia que exige una buena dosis de imaginación. Un historiador, si es honrado, tiene que atenerse a los documentos que existen sobre los hechos que quiere narrar y su estudio será tanto más serio cuantas más fuentes haya manejado y más fielmente las ha interpretado. Si un biólogo molecular quiere publicar un artículo en una revista de impacto elevado, tiene que obtener unos resultados no sólo interesantes sino estadísticamente significativos. Si un farmacólogo quiere que sea aceptado un nuevo producto en el arsenal terapéutico,

tiene que haber demostrado, primero en animales, después en voluntarios sanos y, por último, en un grupo de pacientes, que tal medicamento es eficaz y no tiene efectos secundarios de cierta importancia.

En el caso de la paleoantropología las fuentes son mucho más restringidas que para los historiadores: no hay documentos escritos y los materiales de que se dispone no son más que los que pueden resistir el paso del tiempo. Por esta limitación de material no se pueden utilizar análisis estadísticos, como en Biología ni tampoco se pueden hacer experimentos para confirmar si la hipótesis que se presenta es verdadera o falsa. Por ello, los cultivadores de esta ciencia tienen un gran margen de libertad para dejar volar la imaginación.

Caveat frente a las hipótesis. La imaginación es una facultad excelente, siempre que esté gobernada por el sentido común y por la objetividad, pero está expuesta a serios peligros. Por ejemplo, transformar lo que no es más que una suposición en tesis y lo que se ha observado en un solo caso generalizarlo como si fuera un hecho común. Por ello, me ha parecido oportuno poner en guardia a los aficionados a la paleoantropología para que no se crean a pies juntillas todo lo que dicen algunos investigadores en esta ciencia. En un apartado especial, a título de ejemplo, menciono algunas de las falsas afirmaciones en las que han caído ciertos paleoantropólogos. Éstos, llevados más por un espíritu sensacionalista que por un afán científico, han querido impresionar con sus interpretaciones al gran público e incluso a sus colegas o bien procuran, forzando los datos recogidos, confirmar una idea suya preconcebida. Los que actúan con este espíritu acientífico, lo normal es que tengan que rectificar porque nuevos hallazgos echan por tierra su interpretación y, en vez de ganar prestigio con su manera de hacer ciencia, quedan marginados por los paleoantropólogos serios.

También me parece de interés dar unas breves nociones acerca de las nuevas técnicas que han venido en auxilio de la paleoantropología y que, cuando se utilizan adecuadamente, dan un soporte científico a lo que antes no eran sino meras hipótesis, o bien confirman lo que los estudios óseos hacían sospechar.

Interés por las investigaciones paleoantropológicas. Una muestra del gran interés que en la actualidad tiene la Paleontología para los estudiosos y para el público en general, es el considerable número de artículos científicos y de divulgación que continuamente se publican. Si uno busca en una base de datos trabajos aparecidos, por ejemplo, sobre el comienzo del lenguaje en los humanos, se encuentra con que son más de diez mil: si se interesa por los diferentes utensilios fabricados desde el Homo habilis, ve que hay más de seis mil, o incluso en cuestiones muy concretas, como cuándo

comenzaron los enterramientos, son más de mil.

Un factor que aumenta el interés por la Paleoantropología es que muchas de sus respuestas no son definitivas y con frecuencia se convierten en tema de discusión entre los diferentes autores. Pensemos, por ejemplo, en la pregunta que antes buscábamos en la base de datos: cuándo y cómo comenzó el lenguaje. Para poder responder con datos seguros habría que conocer cómo evolucionaron los órganos que intervienen en la articulación de la palabra (laringe, boca, lengua, etc.) y los centros del lenguaje del cerebro. Pero todas estas estructuras están formadas por tejidos blandos que se descomponen poco después de la muerte. Por tanto, no se puede contestar con datos concretos y hay que recurrir a datos indirectos, que sólo permiten hipótesis. Hipótesis que, con frecuencia, resultan falsas. Más difícil todavía es responder a la pregunta ¿cuándo el hombre necesitó del lenguaje?, que viene a ser lo mismo que preguntar ¿cuándo comenzó a pensar? También aquí la respuesta se ha de basar en datos indirectos y todavía más difícil resulta deducir cómo era el querer y la afectividad de nuestros antecesores prehistóricos. Pero la escasez de datos seguros mueve la imaginación de los paleoantropólogos, por lo que no es extraño que en los asuntos controvertidos, las opiniones sean muy diferentes de unos a otros autores, y eso despierta el interés. Continuando con el ejemplo antes aludido sobre el lenguaje, si se conociera con seguridad por qué y cuándo surgió el lenguaje hablado, los más de diez mil trabajos sobre esta cuestión se reducirían a uno.

Los enigmas del hombre que trato en este libro, no creo que dejen de serlo tras lo que aquí digo sobre ellos, pero espero que los lectores puedan verlos con una luz nueva y quizá les despierte el deseo de continuar leyendo y pensando sobre ellos.

Antes de tratar el tema propiamente dicho de la evolución de los homíninos y sus enigmas, voy a exponer, como más arriba proponía, de una forma resumida el proceso de la evolución y las nuevas técnicas auxiliares de la Paleoantropología, que constituyen una excelente ayuda para para conocer con precisión datos que antes eran dudosos o que se interpretaban de forma errónea.

PARTE I

CAPÍTULO 1

Algunas ideas sobre evolución

El término evolución, en su sentido más general, significa el paso de un estado a otro de forma gradual. En Biología, evolución tiene un sentido más concreto: proceso por el que, mediante una serie de cambios, una especie da origen a otra nueva. La hipótesis más radical de evolución es la que sostiene que todos los seres vivos existentes en la actualidad proceden de un antecesor común.

Ideas evolucionistas las encontramos ya en filósofos griegos tales como Parménides y Anaximandro, pero sobre todo en Platón y Aristóteles.

Platón, en Timeo, habló de una evolución regresiva: el hombre, el ser más perfecto entre las criaturas de la tierra, cuando desprecia sus facultades superiores y sólo se preocupa de las cosas materiales, es degradado a la condición de animal. Por su parte, Aristóteles, en la Scala naturae, admitía una evolución progresiva, desde lo que no tiene vida a las plantas, de éstas derivarían los animales y el paso evolutivo superior correspondería al hombre. La fuerza evolutiva, responsable de estos cambios progresivos, la denominó Aristóteles «entelequia» y le atribuía una finalidad. Sin embargo, en el campo científico los que se vienen considerando como precursores del actual concepto de evolución son Jean Baptiste, caballero de Lamarck y Charles Darwin.

J.B.Lamarck (1744-1829) realizó notables aportaciones en el campo de las Ciencias naturales, ahora bien, por lo que es más conocido es por sus ideas sobre la evolución de los seres vivos. Para él, la evolución era progresiva, lineal y su cumbre la constituía el hombre (1). Lo que provocaría los cambios en los individuos de una especie sería la aparición de nuevas necesidades funcionales, originadas a su vez por cambios en el medio ambiente. Para hacer frente a esas nuevas necesidades funcionales aparecerían órganos nuevos y éstos cambios morfofuncionales se transmitirían a la siguiente generación. En suma, la tesis de Lamarck se suele sintetizar en estos dos principios: La función crea el órgano y los caracteres adquiridos se transmiten hereditariamente.

DARWINISMO

Charles Darwin (1809-1882) es considerado habitualmente como padre de la teoría evolucionista, aunque algunos años antes de que apareciera su libro Sobre la evolución de las especies (1859), Alfred Russell Wallace habló de evolución en términos

parecidos a los empleados por Darwin, como se puede ver en la carta que Wallace escribió a un amigo suyo y que está fechada el 28 de diciembre de 1845, es decir, unos 15 años antes de que Darwin publicara su libro (3). Darwin llegó a su teoría de la evolución a partir de las observaciones que recogió en su vuelta al mundo en el Beagle (1831-36), observaciones que, unidas a otras efectuadas en su finca y tras larga mediación, le llevaron a publicarlas en su libro Sobre el origen de las especies. La primera edición apareció en 1859 (3) y tuvo gran repercusión en los medios científicos, de tal forma que pronto se tradujo a los principales idiomas. Las primeras 50 páginas del libro tratan de sus observaciones sobre cruces entre palomas. Vio que, mediante cruces selectivos, se podían conseguir palomas con plumaje de diferentes colores, distinta envergadura, etc. Pensó que estos cambios, de escasa relevancia de una generación a otra, sumándose de generación en generación, a lo largo de millones de años, podían dar lugar a cambios de especie. Sus principales ideas sobre evolución las resume en el último párrafo de su libro, donde dice: «He recopilado los hechos y consideraciones que me han llevado al total convencimiento de que las especies han sufrido modificaciones a lo largo de tantas generaciones. Estos cambios han tenido lugar, principalmente, por selección de numerosas, sucesivas y ligeras modificaciones que resultan favorables. Éstas vienen ayudadas, en buena medida, por el efecto del uso y desuso de diferentes partes del cuerpo y, en menor proporción, por la acción del medio ambiente». Así pues, el pensamiento de Darwin sobre la evolución en síntesis, es éste: Los cambios de una generación a otra son muy pequeños pero se dan de forma continuada a lo largo del tiempo, por lo que sumándose, al cabo de muchos años, darían lugar a la aparición de nuevas especies. Los animales que han experimentado esas variaciones y mejor se adaptan al medio ambiente son los que sobreviven y se multiplican más activamente, es decir, hay una selección natural. Por otra parte, el uso y desuso de los órganos da lugar a modificaciones en su morfología y función, modificaciones que se transmiten hereditariamente.

Si Darwin hubiera conocido los resultados que Gregor Mendel había obtenido en sus experiencias de hibridación en guisantes (publicadas en 1865, es decir unos 14 años antes que la segunda edición del Origen de las especies) seguramente hubiera modificado bastante su teoría. Por desgracia, la obra de Mendel (4) fue publicada en una revista de carácter local, por lo que permaneció prácticamente ignorada hasta que, en 1900, de forma casi simultánea, tres investigadores: H. de Vries, E. von Tschermat y K. Correns la dieron a conocer en el mundo científico y ha tenido tal influencia que, con razón, se considera a Mendel como el padre de la Genética.

Los resultados de Mendel y otros descubrimientos posteriores han obligado a los seguidores de Darwin a modificar los puntos de vista de este autor, de tal forma que de

las tres tesis darwinianas, sólo mantienen la de adaptación al medio ambiente o, si se quiere, la selección natural. La idea, tomada de Lamarck, de que la función crea al órgano, no tiene ningún fundamento científico y tampoco la de que la evolución se realiza a pasos muy cortos y continuos. En relación con esto último, los fósiles que Darwin descubrió y analizó mostraban entre sí grandes saltos, por lo que él mismo llegó a escribir que la falta de continuidad en los fósiles era la objeción más grave que se podía hacer a su teoría. Salía al paso de esa objeción diciendo que los fósiles descubiertos hasta ese momento eran escasos, pero que, con el tiempo, se irían descubriendo más y servirían para rellenar los huecos que por entonces había en la continuidad evolutiva. Sin embargo, en la actualidad, que disponemos de muchos más fósiles que en tiempo de Darwin, persisten casi las mismas lagunas, hasta el punto de que el paleontólogo Stephen Stanley (5) ha escrito: «Los fósiles recogidos no muestran de forma convincente una sola transformación de una especie en otra. De hecho, los hallazgos recientes demuestran que las especies aparecen repentinamente y que, durante el período de su existencia, cambian muy poco, más bien se diría que unas especies son sustituidas por otras.»

Los pequeños cambios que Darwin encontró en las palomas, o en los peces de las islas Galápagos, se conocen en la actualidad como microevolución y no suponen un cambio de especie, sino de raza. Como es sabido, en Biología se considera especie al grupo de individuos que, dotados de similitud morfológica y funcional, son capaces de reproducirse sexualmente entre sí, dando una descendencia fértil, mientras que eso es imposible con individuos de otra especie. Dentro de la misma especie hay diversas razas, que se pueden cruzar entre sí, dando individuos fértiles. El cambio de especie se considera como macroevolución.

Si la teoría de la evolución no se podía continuar manteniendo tal como la había formulado Darwin, era necesario remozarla y ponerla al día, esto es lo que se intentó con el neodarwinismo.

NEODARWINISMO

El término de neodarwinismo fue introducido por Romanes en 1896 y lo definió como darwinismo sin caracteres adquiridos (6). Nuevos descubrimientos en el campo de la genética han obligado a ampliar la novedad admitida por Romanes. Se procura mantener la idea de selección natural añadiéndole los nuevos datos que la genética ha aportado a la teoría evolucionista. Uno de los primeros en defender esta síntesis fue Ronald Fisher: admitía que los pequeños cambios en múltiples loci de los genes eran los responsables de las variaciones de los individuos de una especie (7). Estos cambios, en

los años 30 del pasado siglo se atribuían a mutaciones acaecidas al azar y a la recombinación crossing over de trozos de ADN en el proceso de meiosis y a las mitosis del cigoto. También se continuaba dando importancia a la adaptación al medio, ya que la mayor parte de las mutaciones producirían individuos inviables o con escasa capacidad de adaptación al ambiente, por lo que sólo las mutaciones que daban lugar a individuos capaces de adaptarse bien eran las que mantenían la especie.

En los años 60 tuvo lugar la llamada «evolución William»: según la cual, el gen es la única y verdadera unidad en la selección.

¿AZAR EN LAS MUTACIONES?

Una buena parte de los científicos que se han ocupado de esta cuestión, especialmente los genetistas matemáticos, se inclinan a pensar que en las mutaciones ha habido una mano conductora que ha llevado la evolución en una dirección determinada. Es lo que se suele conocer como intelligent design. En efecto, los cálculos matemáticos, como veremos más adelante, muestran que el tiempo necesario para que se haya producido la enorme diversidad de especies existentes en la actualidad, tendría que ser muy superior (si sólo hubiera intervenido el azar) que la antigüedad, que se le da a la vida sobre la tierra. Pero no todos admiten que haya habido un diseño inteligente en los cambios evolutivos, según ellos, ha sido el puro azar y las leyes físicas los responsables de las mutaciones.

POLÉMICA EN TORNO AL AZAR Y AL DESIGNIO INTELIGENTE COMO CONDUCTORES DE LA EVOLUCIÓN

Esta polémica donde ha alcanzado mayor viveza, por no decir acritud, ha sido en los EEUU. Esto suele suceder siempre que, junto al componente científico, se añade otro ideológico. Como cabe suponer, una buena parte de los que defienden el «diseño inteligente (DI)» son los que admiten que Dios es el autor de la Creación y, aunque no niegan la evolución, sostienen que las mutaciones génicas no han ocurrido al azar sino que siempre han recorrido el camino más corto, señal de que ha habido una mano que las ha dirigido.

Los que defienden el azar suelen afirmar que admitir el DI es alistarse en el campo de los «creacionistas» y, por tanto, mezclar religión con ciencia, algo que para ellos es motivo de descalificación (8).

Viendo esta polémica desde un terreno imparcial, se aprecia que la postura de los defensores del azar es más fundamentalista que la de los que admiten la intervención de

Dios. En efecto, los materialistas, al partir del principio de que la materia es la única cosa real y la única responsable de todos los fenómenos que tienen lugar en este planeta, niegan que el hombre llegue a otro tipo de conocimiento que no sea el puramente sensorial. Se erigen en definidores de lo que ellos llaman ciencia y niegan el carácter de científicos a todos aquellos que no opinan como ellos, simplemente porque admiten que no todo es materia, sino que existe Dios bajo cuya providencia se encuentra todo el universo.

Achacan, a los que admiten algún otro principio actuante además de la materia, que no pueden juzgar con un criterio objetivo, pues su pensamiento viene influido por ese principio metamaterial. No se dan cuenta de que este argumento se vuelve contra ellos, puesto que también ellos parten del principio de que no hay más que materia. Esta forma de pensar se pone de manifiesto en las obras de los evolucionistas de las que sólo voy a poner algunos ejemplos.

Harold R. Dawkins en su libro: *The blind watchmaker* dice que no lo ha escrito de forma desapasionada (en su crítica a los que no admiten el azar), sino que junto a la tarea de informar se ha propuesto persuadir de que la evolución es el enfoque correcto y que el «diseño inteligente» es falso... «El único relojero en la naturaleza es la fuerza ciega de la física, desplegada de una forma especial... La selección natural, el proceso ciego, inconsciente y automático que descubrió Darwin es la explicación de la existencia, en apariencia dirigida hacia un objetivo, de toda vida» (9).

Por su parte, Lewontin (10) ha escrito: «Nuestra disposición a aceptar afirmaciones científicas que van en contra del sentido común, es la clave para entender la verdadera lucha entre la ciencia y lo sobrenatural. Nos ponemos del lado de la ciencia a pesar de la patente absurdidad de algunas de sus elaboraciones... porque tenemos un compromiso con el materialismo». F. Harold (11) dice en su libro: *El camino de la célula*: «Debemos rechazar, por principio, que el DI sustituya al azar y la necesidad, pero hemos de reconocer que no existen, por ahora, explicaciones darwinistas detalladas de la evolución... sino especulaciones sin base objetiva.»

Esta postura intransigente de los materialistas explica que, en todas las reuniones científicas en las que se ha discutido sobre el tiempo necesario para llegar al estado actual de la evolución, se hayan mostrado malhumorados y, en ocasiones violentos, con los que les demostraban que la evolución por el simple azar es imposible, por ejemplo, según Stenger (8), las probabilidades de que el ADN se haya ordenado al azar son de 10^{40} elevado a 40 mil, es decir, 0. Cuando muchos de los evolucionistas han visto que la defensa del azar resultaba imposible, han tenido que idear nuevas soluciones como la

Panspermia de Crick (13), cuya solidez no parece en consonancia con la calidad de Nobel del autor; o que la vida llegó a la tierra desde otros planetas, como se imaginó Fred Hoyle (14), o bien la punctuated equilibria de Eldredge y Gould (15).

En la panspermia, Crick sostenía que formas de vida, muy elementales, habían llegado a la tierra englobadas en meteoritos y tales esporas representarían el inicio de la vida en nuestro planeta. Esta hipótesis presenta muchos puntos débiles, por un lado sólo intenta resolver el problema del origen de la vida en la tierra, pero quedaría sin resolver cómo se originó en los planetas desde donde llegó al nuestro. Por otra parte, los meteoritos, al llegar a la atmósfera terrestre, experimentan un aumento considerable de temperatura, por lo que es de suponer que las esporas, que algunos de ellos podrían portar, quedarán destruidas.

La hipótesis de Gould sostiene que la evolución se produce a grandes saltos, de tal forma que, durante largos períodos de tiempo, las especies permanecerían sin experimentar ningún cambio, pero en momentos puntuales, a causa de verdaderos cataclismos cósmicos, habría habido una verdadera explosión de mutaciones. La mayoría de ellas producirían monstruos inviables pero en algún caso raro el nuevo organismo originado se adaptaría perfectamente a las nuevas circunstancias, serían los hopeful monsters de Goldsmith (16).

CONTROVERSIAS POLÍTICO-RELIGIOSAS, EN LOS PLANES DE ESTUDIO, CON MOTIVO DE LA EVOLUCIÓN

Las controversias en el campo científico han trascendido al de la educación. Al adquirir gran auge la teoría evolucionista, ésta se convirtió en la única que se estudiaba en colegios y universidades, de tal manera que, en 1959, el American Institute of Biological Scientists pidió que en todos los colegios y universidades de EEUU, en las clases de biología, se explicara evolución orgánica, educación sexual y control de la población. Frente a la enseñanza generalizada de la teoría evolucionista, algunos Estados de la Unión, como el de Tennessee, la prohibieron en las escuelas públicas. En 1968, en la controversia Epperson vs Arkansas, la Corte Suprema estableció que la prohibición de explicar la teoría de la evolución por parte de ese Estado, era contraria al establishment clause, porque el primer motivo de tal prohibición tenía carácter religioso. En otros Estados, como el de Luisiana, las pretensiones eran más modestas: que el tiempo dedicado a la enseñanza de la ciencia de la creación fuera similar al de la teoría de la evolución (controversia Edwards vs Aguillard). Algo parecido pretendía el Estado de Pennsylvania. Estas controversias continúan en la actualidad, así, en 1999, el Consejo de Educación de Kansas votó eliminar la evolución de la lista de los test estatales

estandarizados. Diversos Consejos Escolares, como el de Charles County, sugirieron eliminar los libros de texto que mostraban un sesgo claro hacia la evolución, y el de Cobb County ordenó colocar en la contraportada de los libros de texto de ciencias: «la evolución es una hipótesis, no un hecho». En 2005, el presidente Bush se mostró partidario del intelligent design, lo que provocó, en algunos medios de comunicación, las críticas que ya cabía esperar, hasta el punto de que la asociación «The National Science Teachers» emitió un comunicado en el que se decía que estaban sorprendidos de que el Presidente se mostrara partidario de la enseñanza del Intelligent design, abriendo así la puerta a que se explicara algo anticientífico.

Esta tendencia a ver una contraposición entre ciencia y religión tiene como único fundamento el no admitir otras verdades que las que se pueden constatar con procedimientos físicos, negándose a admitir lo metafísico y, por ello la existencia de Dios y su acción providente sobre todo lo creado. Se niegan a admitir que no hay más que una única verdad, por lo que no puede haber contraposición entre las verdades naturales y las sobrenaturales. Pero veamos con un poco más detenimiento el «creacionismo» y el «diseño inteligente».

EL CREACIONISMO

Es corriente tomar el Creacionismo como una única hipótesis, sin embargo, bajo ese mismo término se engloban varias y entre los propios creacionistas hay sus polémicas. El creacionismo en el que se suele pensar es el denominado Creacionismo cristiano, que a su vez tiene dos ramas: el YEC (Young Earth Creationism) y el OEC (Old Earth Creationism). Ambos sostienen que Dios ha creado el universo tal como se lee en la Biblia y calculando los años que da el libro sagrado, sostienen que la vida en la tierra tiene entre 6 y 10 mil años (Morris, 1985). El OEC cree expresamente que, además de la creación divina del universo, la aparición de la vida sobre la tierra supuso un nuevo acto creador por parte de Dios, lo mismo que la formación de nuevas especies.

Con respecto a los días de la creación, mencionados en el libro del Génesis, los Day Age Creationists interpretan que esos días no son como los días actuales sino que corresponden a períodos enormes de tiempo de millones y millones de años.

EL DISEÑO INTELIGENTE

Una postura no tan radical como la de los llamados creacionistas es la de los que defienden el llamado «diseño inteligente» (DI) (intelligent design), también conocido como «diseño inteligente».

Uno de los precursores del DI fue el pastor anglicano William Paley, quien en 1802 hablaba de que en la Creación tuvo que haber un diseñador para que se desarrollara de la forma que se ha desarrollado. Propuso el símil del relojero. Un reloj (al menos los de antes) requiere una compleja y precisa maquinaria y a nadie se le ocurre pensar que sus piezas se han originado y ensamblado de forma espontánea hasta convertirse en un instrumento que mide el tiempo con exactitud. Paley concluía que siendo la complejidad de los seres vivos mucho mayor que la de un reloj, era necesario admitir un diseñador (18).

El DI en su forma actual surgió al comienzo de los años 90 del pasado siglo, y su líder inicial fue Phillip E. Johnson, profesor de Derecho en la Universidad de Berkeley (19).

El DI sostiene que, en la evolución, los pasos que se han ido dando lo han hecho como si fueran las etapas de un proyecto preestablecido, es decir el DI admite la evolución pero no que ésta se deba al azar. Junto a Johnson dos conocidos profesores William Dembski y Michael Behe han sido los pilares científicos del DI. Behe, profesor de Bioquímica en la Universidad de Lehigh, en su bestseller *Darwin's blackbox* (20) sostiene que existen en el mundo natural estructuras a las que la naturaleza no ha podido llegar mediante cambios graduales según afirma el darwinismo. En efecto, la Bioquímica revela un mundo celular con moléculas de una estructura tan precisa, interviniendo en procesos de tal complejidad, que no es posible explicar si se admite que el azar ha sido el responsable. Además, las reacciones se producen de una manera tan coordinada y exacta que, si falta uno de sus elementos, el conjunto es incapaz de realizar la función que le está encomendada y tal coordinación sería imposible si los cambios se hubieran producido al azar. A esta complejidad la denominó «complejidad irreductible» y la ilustraba con un ejemplo fácilmente comprensible, el de un cebo para cazar ratones. Basta que falle una de las piezas del artilugio para que éste resulte inútil, y concluía que es impensable que la trampa para ratones se hubiera construido de una forma gradual, pues los pasos intermedios serían inservibles, y, por otra parte, que si las piezas del cebo se hubieran cogido al azar, difícilmente se llegaría a formar ese artilugio, aunque su composición es bien sencilla, por lo que todo el que ve un cebo inmediatamente piensa en el constructor que lo ha diseñado y fabricado.

En el caso del DI ¿quién es el diseñador? Behe no tiene inconveniente en afirmar que es Dios. Otros, en cambio, que también defienden el DI, responden que no pueden contestar a esa pregunta porque para ello es necesario salirse del campo de la Biología.

El profesor Dembski, basándose en argumentos físicos y matemáticos, afirma que la

vida en el universo es muy improbable que se haya originado por casualidad, por procesos naturales y que es muy probable que sea resultado del DI (21).

Para Dembski, un ser o un órgano, complejo como es el ojo, por ejemplo, ha tenido que ser concebido según un DI. Uno de los argumentos más convincentes del DI utilizados por este profesor es el de la «conservación de la información» contenida en los organismos vivos. Tal información no puede ser generada por una combinación fortuita y por procesos naturales. Ningún mecanismo es capaz de aumentar la información, y dado que el universo posee una información, ésta ha tenido que llegar por otro medio, como puede ser el DI.

No es nuevo el convencimiento de que, en la vida y acontecimientos en nuestro planeta, hay un designio y un designer. A título de ejemplo transcribo unas frases que corresponden a tres filósofos clásicos.

Platón (22) escribió: «Aquellos que intentan explicar la naturaleza por sí misma están obligados a negar el último lazo con el Bien en el mundo. Es de esperar que, algún día, descubran un «Atlas», más fuerte e inmortal que sostenga el universo.

Aristóteles (23) razonaba que es un error atribuir todo a la mera necesidad, pues tal forma de pensar olvida la meta, el orden y la causa final que producen la aparente necesidad. La causa final y la causa eficiente no se excluyen entre sí: cualquier resultado de la naturaleza debe adscribirse a una cadena ininterrumpida de causas y la función de la causa final es explicar cómo la actividad de las causas eficientes se dirige hacia unos resultados útiles.

Cicerón (24) escribió: «Cuando ves un reloj de sol o de agua sabes que está para marcar el tiempo y que no lo hace al azar. ¿Cómo puedes, entonces, pensar que el universo está desprovisto de finalidad e inteligencia cuando abarca tanto las obras como sus artífices?

RÉPLICAS DE LOS EVOLUCIONISTAS AL DI

Los evolucionistas, que se oponen frontalmente al DI, utilizan argumentos dirigidos a mostrar que admitir un designer es mezclar religión y ciencia. Consideran que el DI es un disfraz del creacionismo o como Adrian Melott escribió: el DI es creacionismo vestido de smoking (25). Por su parte, Victor Stenger (26) afirmó que el DI es una nueva expresión utilizada para sustituir la de «ciencia de la creación», y dice que es: «humo y espejuelos... creacionismo a hurtadillas, un esfuerzo más para introducir la creencia sectaria de un Creador personal en la ciencia y en la educación».

R.Dawkin, es otro autor, que para defender el evolucionismo ha atacado el DI, so capa de defender la ciencia. Dice en su libro (9) que el ejemplo del relojero propuesto Palay no es aceptable, pues comparar un telescopio con el ojo, o un reloj con un organismo, es falso. «El único relojero en la naturaleza es la fuerza ciega de la física, desplegada de una manera muy especial». Y explica: un relojero tiene una idea previa de lo que quiere conseguir y, en consecuencia, diseña las ruedas dentadas y la espiral del reloj y, una vez que ha preparado todas las piezas, las ensambla adecuadamente. Pero la selección natural, en cambio, es un proceso ciego, inconsciente y automático, no tiene un objetivo que alcanzar, ni va en busca de la perfección final.» Pero esta evolución al azar tiene el inconveniente de que no puede explicar cómo se ha originado la multiplicidad de especies que ahora vemos, en tan poco tiempo. Creo que merece la pena detenernos un momento en lo que han dicho los matemáticos genetistas a este respecto.

MATEMÁTICAS Y EVOLUCIÓN

Sir Fred Hoyle, científico inglés de gran prestigio, sostiene en su libro (27) que la probabilidad de obtener la serie de enzimas que se necesitan para el correcto funcionamiento de la más simple de las células es de 1 por 10 elevado a 40 mil. Razona: dado que el número de átomos del universo es de 10 elevado a 80, aproximadamente, es decir, una cantidad insignificante en comparación con la probabilidad anterior, por lo que concluye que, aunque el universo estuviera ocupado todo él por la «sopa primigenia», no se daría tal probabilidad.

Harold Morowitz, conocido biofísico, ha comparado el número necesario de interacciones, producidas al azar, para obtener una célula viva, con el número de interacciones posibles desde el comienzo del universo: las probabilidades matemáticas indican que en este momento todavía no habría vida en nuestro planeta (28).

Hubert Jockey (29), informático teórico, afirma que la información necesaria para que se origine la vida, si se hubiera dado de forma casual, hace muy improbable que hubieran aparecido seres vivos en la tierra, y otro tanto debería haber ocurrido con las mutaciones responsables para la aparición de las especies actuales.

Francis Crick, premio Nobel de Medicina escribió: «Un hombre honesto, provisto de todos los conocimientos que hoy día podemos tener, debería concluir que la aparición de la vida ha sido un milagro, dadas las múltiples condiciones que deben darse para que ésta aparezca» (30).

Victor Weisskopf, profesor del MIT y uno de los más influyentes científicos en EEUU, reunió en su casa a un grupo de matemáticos y biólogos para hablar de evolución

por selección natural. La diferencia de opiniones entre matemáticos y biólogos fue considerable, por lo que pensaron que sería conveniente pasar de aquella reunión informal a un symposium en el que participara un mayor número de especialistas (31). Este deseo dio lugar al congreso de Filadelfia.

Conferencia de Filadelfia. A esta conferencia fueron invitados matemáticos con amplios conocimientos en bioquímica y genética y biólogos de las más diversas especialidades. La reunión se celebró en el Wistar Institute (1966) y fue presidida por Peter Medawar, premio Nobel de Medicina, por sus aportaciones al conocimiento de los factores que influyen en el rechazo de los órganos transplantados. Como era de esperar, también en este symposium se dieron puntos de vista bastante dispares. Los matemáticos sostenían que ni la aparición de la vida ni la evolución de las especies se podían haber dado al azar. Murray Eden, en la conferencia que abrió esta reunión, mostró que para conseguir un cambio adaptativo se requieren, al menos, seis mutaciones, si esto ocurriera por casualidad sólo se conseguiría una vez cada mil millones de años. Si en un cambio estuvieran implicadas dos docenas de genes, se requeriría un billón de años, que es un tiempo mucho mayor que la edad de nuestro planeta. Otro de sus ejemplos se refería a la hemoglobina. Ésta tiene dos cadenas, alfa y beta: se necesitaría un mínimo de un billón de mutaciones para convertir la cadena alfa en beta; al menos 34 de esas mutaciones requieren un cambio de posición de 3, o 4 nucleótidos, pero basta el cambio de uno solo de ellos para que la hemoglobina se haga inservible (32).

George Wald, abundando en la afirmación de Eden, manifestó que había demostrado que el cambio de un solo aminoácido de los 287 de la hemoglobina es suficiente para que aparezca la anemia de células falciformes y que si se cambia una molécula de ácido glutámico por colina, se produce una anemia que va seguida de un 20% de muertes (33).

C.H. Waddington, (34), destacado embriólogo, vino a concluir que lo único que habían podido demostrar los neodarwinistas era que las plantas y los animales pueden tener descendencia.

Las intervenciones en esta conferencia de Filadelfia aparecen recogidas en el libro *Mathematical challenges to the darwinian interpretation of evolution* (Monograph 5), en el que figuran como editores P. Morhead y -M. Kaplan.

Reunión en Alpbach. Dado que prácticamente no hubo acuerdo entre los puntos de vista sostenidos por matemáticos y biólogos, se acordó volver a tener otra conferencia en la que se pudieran contrastar de nuevo los pareceres después de haberlos madurado.

Esta vez la reunión tuvo lugar en Alpbach (1969), un hotel suizo de montaña. Fue

organizada por Arthur Koestler y en ella participaron conocidos genetistas, biólogos, zoólogos y matemáticos. Entre otros nombres muy conocidos estaban Holgar Hyden, neurobiólogo, Paul Weiss y W.H.Thorpe, zoólogos, Jean Paget, psicólogo, David Mc Neil, lingüista, etc.

Los enfrentamientos entre los evolucionistas y los que demostraban matemáticamente la imposibilidad de una evolución debida al azar, dieron lugar a discusiones poco académicas, de un tono agrio y casi insultante. Por ello, se acordó que este symposium no trascendiera a la prensa diaria, pero aún tuvieron ánimo para convocar otra nueva conferencia, a ver si sosegados los ánimos se podía llegar a conclusiones objetivas.

Symposium en Chicago. Esta tercera reunión se tuvo en el Field Museum de Historia Natural en Chicago, al año siguiente, con la participación de 160 especialistas de todo el mundo: paleontólogos, anatómicos, genetistas, biólogos, informáticos, zoólogos, etc.

La pregunta central del symposium fue: ¿los mecanismos que producen la microevolución (cambio de raza, no de especie) pueden servir para explicar la macroevolución, es decir, el cambio de especies? (Lewin, 35).

Hubo discusiones acaloradas y uno de los asistentes, Taylor (36), confesó que habían vuelto a casa con la cabeza dándoles vueltas (Newsweek, 3 sept. 1980), y no es de extrañar, pues, como dijo Hitching (37), entre los contendientes se cruzaban verdaderos morterazos. Sin embargo, sí que hubo un punto en el que todos coincidieron: que el mecanismo evolutivo propugnado por el neodarwinismo, no se podía mantener por más tiempo como válido científicamente, es decir, que ni el origen ni la diversidad de la criaturas existentes se pueden explicar por la teoría evolutiva basada en el azar.

Esto explica que la mayoría de los neodarwinistas participantes en la reunión, buscando otra explicación mejor, se pasaran a la teoría de Gould de los punctuated equilibria, también llamada de los Hopeful monsters, que anteriormente ya nos hemos referido.

Conferencia en Nueva York. Cuatro años más tarde tuvo lugar otra reunión en Cambridge (Nueva York) y, como en la reunión de Chicago, una buena parte de los neodarwinistas se pasaron a la teoría de los Hopeful monsters, éste fue uno de los temas tratados. También se debatió la afirmación de Karl Popper según la cual una teoría debe ser demostrable mediante las experiencias adecuadas, por lo que las teorías que no pueden ser demostradas no deben considerarse como científicas. Si se admite esta condición hay que concluir que la teoría evolucionista no es científica en cuanto que no puede ser demostrada de forma incuestionable.

Entre los científicos que sostuvieron que la evolución no es una teoría científica se encontraba Michael Ruse que dijo: «un creciente número de científicos, particularmente entre los evolucionistas, afirman que la teoría evolucionista de Darwin, en manera alguna es una teoría científica y muchas de las críticas que se le hacen tienen la credencial del más alto nivel científico» (38). Por su parte, Colin Patterson del British Museum de Historia natural, en su ponencia dijo que la evolución es positivamente contraria al conocimiento (antiknowledge) y añadió: «toda mi vida he estado engañado tomando la evolución como una verdad revelada» (39).

BIBLIOGRAFÍA

- 1.LAMARCK, J. B., Philosophie zoologique, 1809.
- 2.WALLACE, A. R., My life - A record of events and opinions, Londres, Chapman & Hall, 1905.
- 3.DARWIN, Ch., On the origin of species by means of natural selection, Londres, J.Murray. 1859, reimpresión por Cramer en 1995.
- 4.MENDEL, G., Versuche ueber Pflanzen Hybriden 1865, Brno, Wissensch, Sitzung 8. II, 1865.
- 5.STANLEY, S. M., The new evolutionary timetable: Fossils, genes and the origin of species, Nueva York, Basic Books, 1981.
- 6.ROMANES, Physiologic selection an additional suggestion to the origin of species, J.Linn Soc (zool.), 1886, 19, 337-411.
- 7.FISHER, R. A., The genetical theory of natural selection, Clarendon Press, 1930.
- 8.ORR, H. A., Review of William Dembski's. No free lunch, Boston Review, Summer, issue 2004.
- 9.DAWKINS, R., The blind watchmaker. WW Norton & Co., 1986.
- 10.LEWONTIN, R., Biology as ideology, House of Anansi Pr., 1998.
- 11.HAROLD, E., The way of the cell, Oxford Univ. Press, 2001.
- 12.ELREDGE, N., Evolutionary housecleaning, Natural History, 1982, 91, 78-86.
- 13.CRICK, F., Life itself. • Directed panspermia, Touchstone Books, 1981.

- 14.HOYLE, E, Evolution from space. A theory of cosmic creationism, Simon & Schuster, 1984.
- 15.GOULD, S. J., The return of hopeful monsters, 1977, 86, 22-30.
- 16.GOLDSMITH, B., «Evolution as viewed by one geneticist», Am. Scientist, 1952, 40, 94-103.
- 17.MORRIS, H. M., Scientific Creationism, Master Books, Green Forest, AR, 1985.
- 18.PALAY, W., «Natural Theology», en Works of Paley, Londres, Linam, 1802.
- 19.JOHSON, Ph., Reason in the balance, Inter-Varsity. Downers Grove, 111, 1995-
- 20.BEHE, M., Darwins blackbox: The biochemical challenge to evolution, The Free Press, 1996.
- 21.DEMBSKI, W, Intelligent design: The bridge betwwen science and theology, Intervarsity Press, Downes Grove, 1999.
- 22.PLATÓN, Fedón, Ediciones 62, 1999.
- 23.ARISTÓTELES, De partibus animalium IV, 12, Pubj. Heinemann, 1969.
- 24.CICERÓN, De ofciis L.1 C.7. (traduc. Ch. Appuhn), París, Carrier.
- 25.MELOTT, A. L., Intelligent design is creationism in cheap tuxedo, Freethought to day, 2000, 17 nov., 5-7
- 26.STENGER, V., Reality check. The emperor's new designer clothes, Skeptical Briefs Newsletter, dic., 2000.
- 27.Moxowitz, H., Beginnings of cellular life, Yale Univ. Press, 1992.
- 28.JociEY, H., Information theory and molecular biology. Cambridge Univ. Press, 1992.
- 29.WEISSKOPF, V., The origin ofthe universe, Am. Scientist, 1983, 71, 479-85.
- 30.EDEN, M., «Inadequacy of the neodarwinism evolution as a scientific theory», en The mathematical challenges to the neodarwinism. Wistar monograph n° 5, P.Moorhead y M.Kalan (eds.), 1986.

31. WALD, G., «Mathematical challenges to the neodarwinism interpretation of evolution», en P.S.Moorhead y M.Kaplan, Mon. n° 5, págs. 18-20
32. WADDINGTON, C. H., «Does evolution depend on random search?», en C.H.Waddington (ed.), Towards a theoretical biology, Edinburgh Univ. Press, 1968; 1, 111-19.
33. LEWIN, R., «An historical conference in Chicago challenges the four decades long dominance of the modern synthesis», Science, 210, 283-87.
34. JASTROW, R., The enchanted Zoom: Mind in the universe, A Touchstone book, 1981.
35. TAYLOR, G. R., Great evolutionary mystery, Harper & Row, 1983.
36. HITCHING, E., The neck of the giraffe, Ticknor & Fields, 1982, pág. 12.
37. RUSE, M., Darwin's theory: An exercise in science New Scientist, 1981, 25 de junio, 828-836.
38. PATTERSON, C. «Null or minimal models», en R.W.Scotland y A. M.Wiliam M. S. (eds.), Models in phylogeny reconstruction, Oxford, Clarendon Press, 1994, págs. 173-192.

CAPÍTULO 2

Nuevas técnicas auxiliares en Paleoantropología

La aplicación de nuevas técnicas al estudio de la Paleoantropología va permitiendo que, en ocasiones, lo que simplemente se dijo como mera conjetura se pueda afirmar con seguridad que es cierto y, al contrario, descartar como erróneas algunas de las hipótesis formuladas anteriormente. Me voy a referir a dos de estas técnicas, que en mi opinión son las más significativas: análisis del ADN y a los métodos de datación de los restos paleoantropológicos.

BASES MOLECULARES DE LA GENÉTICA APLICABLES A LA PALEOANTROPOLOGÍA

Para los que no están familiarizados con la genética molecular, me permito dar unas nociones fundamentales con las que espero se entienda mejor lo que, a continuación, se va a decir sobre las técnicas auxiliares de la paleoantropología.

Los seres vivos están formados por células, que son las unidades biológicas básicas. Cada célula consta de una membrana que la envuelve, de un núcleo y del citoplasma, que ocupa el espacio entre el núcleo y la membrana celular. En el citoplasma hay una serie de orgánulos entre los que se encuentran las mitocondrias, de gran importancia en el metabolismo celular y que contienen ácido desoxirribonucleico (ADN) y ribonucleico (ARN). El núcleo contiene cromatina, la cual durante el período de división celular se individualiza en cromosomas, pequeños bastoncillos cuyo número en la especie humana es de 46. Los cromosomas forman parejas, por lo que es más propio decir que nuestra especie tiene 23 pares de cromosomas. De estos 23 pares, 22 son los llamados autosomas y el par restante es el sexual, diferente en la mujer y en el varón: en la mujer los cromosomas sexuales son XX y en el varón XY.

Los cromosomas, a su vez, están formados por genes que constituyen la unidad de herencia. Cada uno de ellos ocupa un lugar (locus) bien determinado en el cromosoma.

LOS GENES

La herencia va ligada a los genes; la mitad de éstos son aportados por el padre y la otra mitad por la madre. Los genes corresponden a un segmento de diferente longitud en la cadena de ácido desoxirribonucleico (ADN).

El ADN está formado por dos largas cadenas, no ramificadas, de desoxirribonucleótidos monofosfato, enroscadas entre sí en espiral. Entre ambas cadenas se establecen puentes de unión a través de un átomo de hidrógeno. Por su parte, los nucleótidos están constituidos por una base nitrogenada, una pentosa y un grupo de ácido fosfórico. Las bases son dos purinas (adenina y guanina) y dos pirimidinas (citosina y timina). Denominamos pares de bases las bases de las dos cadenas de ADN que están unidas por un átomo de hidrógeno, por ejemplo, adenina-citosina o bien adenina-timina.

El ARN difiere del ADN en que tiene ribosa, en lugar de desoxirribosa y utiliza el uracilo (U) en lugar de la timina (T). Otra diferencia es que el par guanina-uracilo es estable.

Se denomina genoma al conjunto de genes de una especie determinada, el genoma humano se ha podido descodificar recientemente y posee algo más de 30 mil genes. Cada gen realiza una función específica, por lo que, según su función, se distinguen 3 tipos de genes: 1 - genes que codifican proteínas, 2 - genes homeóticos y 3 - genes reguladores.

Entre los genes codificadores de proteínas están los «domésticos» o estructurales, llamados así porque codifican proteínas necesarias para la función celular, por lo que se expresan prácticamente en todas las estirpes celulares.

Los genes homeóticos contienen una secuencia de 180 pares de bases, que codifican una secuencia de 60 aminoácidos, actúan como sitio de unión al ADN. Estos genes no intervienen en la formación de órganos, por lo que si mutan no se suprime ningún órgano pero dan lugar a malformaciones, pues regulan la expresión de otros genes, sobre todo en la época del desarrollo cuando se están formando los distintos segmentos del cuerpo.

Genes reguladores son los que controlan la síntesis de proteínas por parte de los genes estructurales distantes, mediante una proteína represora que inhibe al gen operador.

El ADN existe no sólo en el núcleo celular sino también en las mitocondrias, si bien en la transmisión de los caracteres heredados sólo actúa el del núcleo.

MUTACIONES

En la cadena de ADN puede haber cambios que se suelen denominar mutaciones. Éstas pueden ocurrir bien por un error en la replicación del ADN o bien en la reparación de una alteración de éste. Las mutaciones se clasifican bien por la longitud de la cadena

de ADN afectada bien por el tipo de cambio. Estos cambios pueden ser debidos a: 1 - sustitución de un nucleótido por otro; 2 - recombinación, 3 - delección (eliminación) de uno o varios nucleótidos, 4 - inserciones (adición de uno o varios nucleótidos) en un punto de la secuencia del ADN, 5 - inversiones (rotación de 180º en un segmento de la cadena de ADN afectando a uno o más pares de bases), y 6- duplicación de genes.

Las mutaciones no ocurren por igual en todos los segmentos de la cadena de ADN, sino que hay algunas regiones más proclives a sufrir tales mutaciones, son las llamadas hotspots (zonas calientes). Una de estas regiones es la correspondiente a la base 5'-citosina-guanina-3', en la cual la citosina es metilada y replicada con este error, cambiando a 5'tiouracilo-guanina-3'.

Las mutaciones constituyen uno de los factores más importantes en la evolución, por lo que los evolucionistas moleculares, desde hace años, están interesados en determinar la frecuencia con la que se producen tales mutaciones y así disponer de un medio para conocer la época en que dos especies se separaron del tronco común.

RELOJES MOLECULARES

Se basan en que las mutaciones a las que acabamos de aludir tienen lugar en la cadena de ADN de una forma bastante constante a lo largo del tiempo (1), por lo que se puede saber con una cierta seguridad, por el número de mutaciones, la antigüedad de una especie y también, dentro de una misma especie, cómo y cuándo se han originado las diferentes razas (2,3). La hipótesis del reloj molecular produjo gran impacto entre los genetistas interesados en la evolución de las especies, pero, al mismo tiempo, también dio lugar a controversias. Sin embargo, pasados los años, casi todos aceptan la validez del reloj molecular, aunque algunos prefieren tener en cuenta, más que el tiempo, el intervalo generacional, ya que se ha visto que las mutaciones se dan en mayor proporción en las especies en las que el intervalo generacional es corto, por ejemplo, en el ratón son más frecuentes que en el hombre.

POLIMORFISMO GENÉTICO

Es una expresión que se utiliza con gran frecuencia en genética, por lo que vamos a aclarar su significado. Se dice que un locus (lugar ocupado por un gen) es polimórfico cuando dos o más alelos (los genes alelos son los que están situados simétricamente en ambas cadenas de ADN, podríamos decir que son «gemelos»), presentan el uno alguna variación respecto al otro. Si uno de ellos aparece con una frecuencia elevada, por ejemplo, 99% o más, entonces, casi con seguridad, ninguno de los otros alelos se observa en la muestra, a pesar de que sea amplia, por lo que no se tienen en cuenta. Por ello, un

locos es considerado polimórfico si la frecuencia del alelo más común es inferior al 99%. Una forma simple de medir el valor del polimorfismo en una población es dividir el número de loci polimórficos por el total de loci de la muestra. Así, si hay 5 loci polimórficos en una muestra de 20, el polimorfismo es del 25% (16).

EVOLUCIÓN POR DUPLICACIÓN DE GENES

En los años 50 del pasado siglo se descubrió que las cadenas alfa y beta de la hemoglobina se habían diferenciado por la duplicación de genes (5,6). Posteriormente, la hibridación lisozima, ADN-ARN, y los estudios citogenéticos han podido demostrar que la duplicación se da con frecuencia en la evolución (7,8). Ohno llegó a la conclusión de que la duplicación de los genes es el único mecanismo por el que se pueden crear otros nuevos (9), y esta hipótesis, a pesar de los años transcurridos desde que se formuló, se mantiene como válida. Este sería, por tanto, el mecanismo principal por el que los organismos más simples evolucionan hacia los más complejos.

EL ADN EN PALEOANTROPOLOGÍA

La aplicación de técnicas de biología molecular a los estudios paleoantropológicos ha permitido un notable progreso en estas últimas décadas en lo que se refiere a la filogenia (10), a la antigüedad en que nuestros antepasados se separaron del tronco común con los chimpancés a la diversificación de las diversas razas y, finalmente, si el Hombre de Neanderthal fue o no fue nuestro antecesor.

Ya en 1962, Goodman (11), utilizando un método de precipitación serológica, pudo demostrar que el chimpancé, el orangután y los humanos formaban un clado natural y que el orangután y el gibón se separaron de nuestra línea genealógica antes que el chimpancé.

Por los datos obtenidos mediante la fijación del complemento, Sarich y Whitman (12), estimaron que los chimpancés y los humanos se separaron hace unos 6 millones de años. Estos datos se han confirmado recientemente al conocerse el genoma del chimpancé y así poder analizar secuencias amplias de ADN para compararlas con las correspondientes humanas (que son iguales en más de un 98% de sus genes). Estos estudios han ampliado a 7 millones la antigüedad en la que se supone que chimpancé y hombre divergieron del antecesor común (13).

Respecto a las diferencias genómicas entre chimpancé y hombre, unas se deben a deleciones en el chimpancé y otras a duplicaciones o inserciones en el genoma humano. El estudio comparativo del genoma de mamíferos parece indicar que las mayores

diferencias se dan en genes relacionados con el desarrollo sexual, inmunológico y de olfacción.

Diversos estudios han revelado un extraordinario grado de plasticidad del genoma humano bien considerado globalmente bien en sus genes singulares. Una parte de esta plasticidad se debe a la duplicación y a una positiva selección. Se estima que, entre un 5 y un 7% de todas las secuencias del proteoma humano se han duplicado en el transcurso de los últimos 30 mil años de evolución (14). Estas abundantes duplicaciones segmentarias han supuesto, sin duda, una contribución importante a la emergencia de genes específicamente humanos. Detectar y cuantificar las inserciones, deleciones y duplicaciones que han tenido lugar tanto en el ADN nuclear como en el ADN mitocondrial (ADNm) es un procedimiento bastante fiable para establecer la antigüedad de las diferentes razas (15).

Para estudiar estas variaciones (polimorfismo) y así construir los árboles genealógicos, se utiliza más frecuentemente el ADNm por varias razones: 1, el genoma mitocondrial es mucho más reducido que el nuclear (unos 16 mil genes solamente); 2, las mitocondrias se encuentran presentes en gran número, en cada célula; 3, en los genes de las mitocondrias tienen lugar sustituciones en mayor número que en los genes de los cromosomas del núcleo, por lo que es más fácil detectar las diferencias (16).

EL ADN MITOCONDRIAL

El ADNm sólo procede de la madre, pues este ADN se encuentra en las mitocondrias y éstas, al formarse el cigoto, sólo son aportadas por oocito. Por tanto, las mutaciones ocurridas en el ADNm son mutaciones que han tenido lugar en las mujeres. De aquí que, si comparamos un segmento de ADN de las primeras mujeres de nuestra especie con el mismo segmento de las mujeres actuales, se puede ver el número de cambios que han ocurrido. Como suele ser bastante constante la rapidez con que se producen tales mutaciones, podemos saber, con una cierta aproximación, el tiempo transcurrido ente las primeras mujeres y las últimas de nuestra especie. Su edad sería, según estos cálculos, de unos 170 mil años (17), antigüedad que concuerda con la de los cráneos encontrados en Herto (Etiopía), como veremos más adelante.

CAMBIOS EN EL CROMOSOMA SEXUAL Y

Algo parecido podemos decir de las mutaciones que ocurren en el cromosoma Y. éste pertenece sólo al padre, por lo que el número de mutaciones que tengan lugar en este cromosoma (y suponiendo que se den de forma constante) nos da una idea bastante aproximada de la antigüedad del primer Adán (18). Por otra parte, comparando los

polimorfismos encontrados en las distintas razas humanas, se ha podido comprobar que el mayor número de éstos se da en el Este africano y de ahí va disminuyendo en relación con la distancia a África (19). Esto quiere decir que el lugar de origen de nuestra especie fue en la región de Etiopía y, desde allí, la emigración se extendió hacia los otros continentes. Esto contradice la hipótesis de Wolpoff (20), según la cual el origen de nuestra especie sería multirregional.

Los estudios genéticos también permiten llegar a saber si una especie procede de otra o bien son ramas distintas de un predecesor común, como sucede entre los neandertales y los hombres modernos. En este caso concreto se ve claramente que se trata de dos especies distintas cuyo antecesor común existió hace unos 600 mil años. Incluso se pueden detectar algunos mestizajes entre razas. Por ejemplo, entre la tribu Lumba de Suráfrica y los judíos. Los Lumba tienen el mismo lenguaje y los mismos rasgos que los Bantú, en cambio, las costumbres y folklore de algunas clanes Lumba presentan reminiscencias judías. El análisis de grupos sanguíneos y del ADNm mostró coincidencias entre ambas tribus: Lumba y Bantú, pero cuando Goldstein y cols. (21) estudiaron el cromosoma Y pudieron observar que un marcador, llamado Cohen modal haplotipo, que se encuentra en el 10% de varios grupos judíos y en ningún otro grupo humano, lo tiene también uno de los clanes Lumba.

Otro ejemplo nos lo ofrece la genética de la musculatura masticadora. Los apes y los homínidos poseían una musculatura masticadora muy potente, a juzgar por las huellas que ha dejado la inserción de los músculos masticadores en la mandíbula y en el hueso temporal. El hombre actual, en cambio, posee una musculatura masticadora menos vigorosa. Este cambio se atribuye a una mutación en el gen que codifica la cadena pesada de miosina (22). Tal mutación se calcula que tuvo lugar hace aproximadamente unos 2,5 millones de años, es decir, cuando apareció el *homo habilis* (23).

Como se ve, la Genética nos proporciona datos sobre la antigüedad de nuestros antecesores, siempre que se pueda obtener algo de su ADN (cosa que por ahora se ha conseguido hasta los neandertales) o bien nos permite conocer el tiempo que ha transcurrido desde que dos géneros se separaron del tronco común, por ejemplo, el hombre y el chimpancé. En este caso se debe conocer, al menos parcialmente, el genoma de tales géneros, como ha sucedido con el genoma humano y el del chimpancé.

NUEVOS MÉTODOS DE DATACIÓN

Decía en la introducción que el material de que se dispone para los estudios paleoantropológicos es escaso, pues se reduce a los huesos e instrumentos que han resistido el paso del tiempo. De hecho, la mayoría de los huesos de épocas remotas se

han destruido y sólo una parte insignificante se ha conservado por haberse dado en ellos las condiciones adecuadas para su fosilización. De los huesos fosilizados, a su vez, sólo una pequeña parte se ha descubierto y, la mayoría de las veces de forma casual, al quedar a la vista una serie de estratos en las zanjas abiertas para el paso del ferrocarril o de una carretera o bien el cañón labrado por un río. Incluidos en esos estratos han aparecido en ocasiones fósiles y utensilios líticos.

Para conocer la antigüedad de esos hallazgos ha prestado un gran servicio, sobre todo en los inicios de la investigación paleoantropológica, la geología. Esta ciencia nos informa de la antigüedad de los estratos donde han aparecido los restos fosilizados, lo que permite una datación aproximada. En la actualidad se dispone de métodos que permiten una datación más exacta, son los procedimientos radiométricos. Uno de los primeros en utilizarse fue el carbono-14 y más recientemente se han introducido otros que permiten datar muestras mucho más antiguas. Todos estos métodos radiométricos se basan en que diversos elementos del sistema periódico, al emitir radiaciones, dan lugar a isótopos que tienen el mismo número de protones, pero distinto número de neutrones, es decir, que mantienen el mismo número atómico y difieren en su masa atómica. La rapidez de desintegración de los diferentes elementos radioactivos es muy diferente de unos a otros. Algunos, como el carbono 14, cuya vida media (tiempo necesario para que la mitad de los átomos haya sufrido ese cambio) es de 5.730 años, es breve, mientras que otros, como el Argón-40, tiene una vida media de más de mil millones de años. Los de vida corta sirven para conocer la antigüedad de muestras relativamente recientes, y lo contrario sucede con los de vida media larga. Una ventaja de los métodos radiométricos es que la fisión del núcleo atómico no se afecta por las fuerzas naturales, tales como el calor, la presión, la humedad, etc., por lo que el proceso sigue un curso constante.

Datación con potasio-argón (K-Ar)

Como ya hemos dicho antes, la media vida del K sobrepasa los mil millones de años. El K-40 (peso atómico 40) pasa a Ar-40. Según la proporción de argón-40 que se encuentre en una muestra, dado que conocemos la velocidad de desintegración del potasio-40, podemos datar la antigüedad de esos restos.

El fundamento científico de esta técnica es el siguiente: aplicando un rayo láser a una muestra de lava volcánica, ésta libera argón en una cantidad proporcional a su antigüedad, cantidad que se puede medir con precisión (24).

Una limitación de este método es que sólo se puede aplicar a los restos que han quedado incluidos en estratos de lava o bien entre dos de estos estratos de material volcánico. La técnica del potasio-argón es fiable desde millones de años hasta los 100

mil, para restos más recientes es necesario aplicar otros métodos

Datación mediante rastreo de fisión

Esta técnica se basa en que algunos minerales cristalizados, como la obsidiana y la mica, contienen trazas de uranio-238, que es un isótopo inestable. Los átomos de uranio, por fisión, se transforman en plomo-206 con liberación de partículas alfa, cargadas de energía, que actúan destruyendo o alterando el material que las rodea. Estas alteraciones pueden ser observadas y contadas con la ayuda de un microscopio óptico (25). En el caso de los huesos fósiles, este método sólo se puede utilizar cuando éstos o el material que los rodea presentan artefactos cristalizados. Este método es fiable entre 7 millones y 100 mil años, por lo que es perfectamente aplicable a los restos más antiguos de homínidos.

Datación por termoluminiscencia

Es éste un método radiométrico basado en el hecho de la emisión de una cantidad constante de radiación ionizante de fondo, en terrenos que contienen alguna pequeña cantidad de elementos radioactivos como el uranio y el torio. Tales radiaciones pueden producir alteraciones en átomos de sólidos cristalinos (roca, objetos de alfarería, etc.). Cuando la muestra es sometida a una elevada temperatura (por ejemplo, en el horno del alfarero) los electrones atrapados vuelven a su posición inicial en los respectivos átomos. Esto hace que liberen energía en forma de fotones (termoluminiscencia) que puede ser cuantificada, y la intensidad de la luminiscencia es directamente proporcional a la cantidad de cambios producidos por la radiación de fondo, que a su vez varía con la edad de la muestra. Lo que se mide es el tiempo transcurrido desde que la muestra fue sometida a alta temperatura (26). Lo mismo se puede conseguir estimulando la muestra con rayos infrarrojos. Con la técnica de termoluminiscencia se pueden datar muestras desde unos 300 mil años hasta unas décadas.

Datación con carbono - 14

En el caso del radiocarbono, que es una de las técnicas más utilizadas, el proceso es el siguiente: Cuando una radiación cósmica incide en un átomo de nitrógeno, su núcleo cambia a hidrógeno y carbono-14 y éste, con el tiempo pasa a carbono-12, más estable. Una variante moderna de esta técnica es la que utiliza un espectrofotómetro, acelerador de masas, con el que se pueden contar los átomos carbono-14, lo que permite datar muestras más antiguas (hasta 60 mil años) y de menor volumen. Con esta técnica se pueden conocer la antigüedad de cualquier tipo de restos humanos con tal que su antigüedad no exceda los 60 mil años (27).

A pesar de que, como acabamos de exponer, técnicas recién utilizadas en paleoantropología han servido para aportar nuevos datos y para desechar hipótesis con escaso fundamento, sin embargo, todavía quedan muchas hipótesis que comprobar, hipótesis que, a pesar de su carácter no definitivo, algunos autores las quieren hacer pasar como definitivas. Por ello, me ha parecido oportuno dedicar un capítulo a poner en guardia a los no especialistas en Paleontología para que apliquen el espíritu crítico a lo que lean sobre los descubrimientos acerca de nuestros remotos o próximos antecesores.

BIBLIOGRAFÍA

1. ZUCKERKANDT, E. Y PAULING, L., «Evolutionary divergence and convergence in proteins», en V. Bryson y H.J. Vogel (eds.), *Evolving genes and proteins*, Nueva York, Academic Press, 1965, págs. 97-166.
2. KIMURA, M., *The neutral theory of molecular evolution*, Cambridge Univ. Press, 1983.
3. GILLESPIE, J. H., *The causes of molecular evolution*, Nueva York, Oxford Univ. Press, 1991.
4. LEWONTIN, R.C. *The genetic basis of evolutionary change*, Nueva York, Columbia Univ. Press, 1974.
5. RHINESMITH, H.S.; SCHROEDER, W A. Y MARTIN, N., «The Nterminal sequence of the beta chains of normal human hemoglobin», *J. Am. Chem. Soc.*, 80, 1958, 3358-3361.
6. BRAUNITZER, G. R. y cols., «Die Konstitution des normalen adulten human H moglobins», *Z. Physiol. Chem. Hoppe Seyler*, 325, 1961, 283-86.
7. MARKERT, C. L., «Cellular differentiation: An expression of differential gene function», en *Congenital malformations. Int. Med. Congr.*, Nueva York, 1964, pág. 163.
8. RITOSSA, E M. Y SPIEGELMAN, R., «Localization of DNA complementary to ribosomal RNA in the nucleolus organizer region of *Drosophila melanogaster*», *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 53, USA, 1965, 737-745.
9. OHNO, S., *Evolution by gene duplication*, Berlín, Springer, 1970.

10. KLEIN, J.; TAKAHATA, N. y AYALA, E J., «MHC polymorphism and human origins» *Sci. Am.*, 269 1993, 78-83.
11. GOODMAN, M.; POULIK, E. Y POULIK, M. D., «Variations in the serum specificities of higher primates detected by two-dimensional strach-gel electrophoresis», *Nature*, 188, 1960, 78-79.
12. SARICH, V. M. Y WILSON, A. C., «Immunological time scale for hominid evolution», *Science*, 158, 1967, 1200-1203.
13. BRUNET, M. Y cols., «A new hominid from the upper miocene of Chad, Central Africa», *Nature*, 418, 2002, 145-151.
14. PATTHY, L., «Introns and exons», *Curr. Opin. Struc. Biol.*, 4, 1994, 383-392.
15. CANN, R. L., «Genetic clues to dispersal in human populations: Retracing the past from the present», *Science*, 291, 2001, 1742-1748.
16. TAMURA, K. y NEI, M., «Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans», *Mol. Biol. Evol.*, 10, 1993, 512-526.
17. VIGILANT, L.; STONEKING, M. Y WILSON, A. C., «African population and evolution of human mitochondrial DNA», *Science*, 253, 1991, 1503-1507-
18. STUMPF, M. P. y GOLDSTEIN, D. B., «Genealogical and evolutionary inference with the human Y chromosome», *Science*, 291, 2001, 1738-1742.
19. HASEGAWA, M. y HOITAI, S., «Time of the deepest root for polymorphism in human mitochondrial DNA», *J.Mol. Evol.*, 32, 1991, 37-41.
20. WOLPOFF, M. H. y cols., «Human ancestry at the peripheries. A test of the replacement theory», *Science*, 291, 2001, 293-297.
21. SoItANZO, N. y GOLDSTEIN, D. B., «Following the norma molecular evolutionist move from genes to messages and proteins», *Trends Gen.*, 18, 2002, 497-503-
22. Korfage, J. A. y EIJDEN, T. M. van, «Myosin heavy chain composition in human masticatory immunohistochemistry and gel electrophoresis», *J.Histochem. Cytoch.*, 51, 2003, 113-119.

- 23.ALLEN, D. J. y cols., «Mutation of the II B myosin heavy chain gene results in muscle fiber loss and compensatory hypertrophy», Am. J Physiol. Cell. Physiol., 280, 2001, 637-645.
- 24.DIKIN, A. P., Radiogenic isotope Geology, Cambridge Univ Press, 1995.
- 25.SMITH, M. J. Y LEIGH-JONES, P., An automated microscope scanning stage for fission-track scanning, Nud. Tracks radial need, 1985, 10: 395-400.
- 26.JOUKOWSKY, M., «Basic principle of luminiscence dating», en A complete manual offield Archeolog, Nueva Jersey, Prent. Hall Inc., 1980.
- 27.LowE, J. J, «Radiocarbon dating. Recent applications and future potential», Quaternary Proc. (Cambridge), 1991, 1, 55-65.

CAPÍTULO 3

Sano escepticismo en Paleoantropología

El grado de certeza con el que conocemos las cosas es muy diferente de unos casos a otros. Hay hechos que son patentes, por lo que el grado de certeza es máximo. Hay otros en los que, aunque cabe alguna duda, son muy probablemente ciertos. En fin, en otros casos, la probabilidad de que sean ciertos es mínima. Cuando se trata de los resultados de una investigación científica, para conocer el grado de probabilidad de que sean ciertos se utiliza el cálculo estadístico. Si el resultado esperado se da en el 95% de los casos ($P=0,05$), se suele admitir que estadísticamente es significativo y, lógicamente, la significación estadística será tanto mayor cuanto menor sea el valor de P. Si los valores obtenidos en un experimento son muy distintos de una experiencia a otra, el número de casos que se habrán de investigarse será tanto mayor cuanto mayor sea la dispersión de los valores obtenidos. Por ejemplo, si queremos conocer el curso de la pérdida neuronal, a lo largo de la vida, en el núcleo supraóptico del hipotálamo, y en tres casos estudiados, correspondientes al primer decenio de la vida, en uno es del 1, en otro del 3, y en el tercero del 5%, para que el análisis estadístico tenga valor habrá que aumentar bastante el número de casos, ya que hacer la media de los tres no tendría ningún valor. Esto es fácil de conseguir cuando, como en el ejemplo considerado, se cuenta con un número considerable de necropsias o bien, si se trata de animales, se pueden multiplicar las experiencias las veces que haga falta, hasta conseguir el número adecuado. Esto, sin embargo, en algunas ciencias, como la Paleoantropología, no es factible, pues el número de casos es pequeño - en ocasiones sólo se dispone de un único hueso-, y no se puede ampliar a deseo del investigador el tamaño de la muestra.

Si los paleoantropólogos quisieran tener el grado de seguridad que da el cálculo estadístico, posiblemente no habrían publicado hasta este momento ningún trabajo. Pero no es este el caso, los trabajos paleoantropológicos son muy numerosos, por dos motivos: uno, porque cuando hay pocos datos seguros es más fácil dejar libre a la imaginación y escribir lo que a ésta se le ocurre; otro, porque al aparecer opiniones encontradas entre los investigadores, cada uno quiere que prevalezca la suya y las publicaciones se multiplican. Además, la polémica tiende a hacer que un investigador, para que quede más definida su posición frente a los otros, lo que sólo es probable, lo afirme como si fuera un hecho cierto. También es frecuente en este tipo de investigaciones que lo observado en un solo caso, que a veces no es más que un diente, se tienda a generalizar y se dé como algo que corresponde a toda la especie. En

definitiva, la Paleoantropología no es una ciencia exacta, ni siquiera tiene a su disposición el material con el que cuentan las ciencias experimentales, por lo que, como decía al principio, ante las afirmaciones de los paleoantropólogos es bueno ir prevenidos con un sano escepticismo. A continuación voy a demostrar, con algunos ejemplos, que la paleoantropología es más una ciencia de suposiciones que de hechos.

LA PALEOANTROPOLOGÍA: CIENCIA DE SUPOSICIONES

El material principal con que se cuenta para la investigación paleoantropológica son los restos óseos y los objetos fabricados por nuestros antecesores, principalmente los de piedra, que son los que mejor resisten el paso del tiempo. Las partes blandas del cuerpo, en cambio, tras la muerte, sufren putrefacción y no se conservan. Por tanto, el paleoantropólogo tiene que utilizar con frecuencia, en sus hipótesis de trabajo, datos que sólo de forma indirecta tienen relación con el tema de su estudio. Así, si quisiéramos saber, por ejemplo, cuál era el volumen encefálico de los australopitecos, de los homínidos o del hombre de Neanderthal, se tienen que valer de los cráneos de esos individuos, cuya capacidad se puede medir y, de esta manera conocer, de forma bastante aproximada, el volumen encefálico. Pero si nos hablan de cómo era la disposición de los surcos y las circunvoluciones cerebrales en los homínidos y en los homíninos, debemos tomar esas afirmaciones con gran cautela, porque los datos que la superficie endocraneal nos proporciona son muy escasos, tanto más cuanto que tales cráneos, habitualmente, han debido de ser reconstruidos a partir de multitud de fragmentos. Si queremos saber la talla, por ejemplo, hay que recurrir a la longitud de los huesos largos de la pierna y del brazo, pero para que las deducciones se aproximen a la realidad hay que conocer cómo era el tipo constitucional de la especie en cuestión. Así, si en el caso de los hombres de Neanderthal sólo tuviéramos en cuenta la longitud de las extremidades y a partir de esa longitud, aplicáramos el cálculo que se utiliza para los hombres actuales, daríamos a los neanderthales una estatura inferior a la que realmente tenían, puesto que la longitud de su tronco, con relación al hombre actual, era proporcionalmente mayor que la de sus extremidades. Otro ejemplo de deducción indirecta lo tenemos en los músculos. Si nos interesa conocer el grado de desarrollo muscular, tenemos que echar mano de la impronta que las inserciones musculares han dejado en los huesos, que es tanto más pronunciada cuanto mayor fue su potencia. Así se ha llegado a la conclusión de que los hombres de Neanderthal eran más robustos que los actuales.

En relación con la antigüedad de los restos, inicialmente ésta se calculaba teniendo en cuenta los estratos geológicos en los que habían aparecido los fósiles. En la actualidad, con los isótopos radioactivos y la termoluminiscencia, como hemos visto más arriba, se dispone de unos medios de datación mucho más precisos, pero con todo, siempre hay un

margen bastante amplio de error.

Para aproximarnos a la alimentación que tenían nuestros antepasados, los paleoantropólogos observan el grado de abrasión (de desgaste) del esmalte de los dientes. Si ésta elimina las cúspides de los molares y deja a la vista la dentina, sobre todo si el sujeto en cuestión no era viejo, se puede deducir, con cierta seguridad, que los alimentos que consumió fueron, predominantemente, duros.

Otras referencias importantes son los restos no perecederos de alimentos encontrados junto a los lugares donde vivían: huesos de distintos animales, cáscaras de nueces, semillas, etc.

También podemos juzgar con una cierta aproximación el tipo de viviendas utilizadas. En este caso orientan los lugares donde se han encontrado restos de alimentos y útiles por ellos utilizados y, en el caso del Homo sapiens, remanentes de chozas, de abrigo, etc.

Como se ve, son escasos los datos que podemos conocer de forma directa acerca de la constitución física y del modo de vida de los que han precedido al hombre actual, la mayor parte son datos indirectos.

Ahora bien, cuando se trata de averiguar determinados aspectos de la naturaleza de los hombres prehistóricos que no dejan ningún rastro, por ejemplo, si hablaban, si eran capaces de pensar o si su comportamiento era puramente instintivo, hay que confesar que en la mayor parte de las ocasiones no podemos más que formular hipótesis con escasa base real. Algunas de las opiniones sobre estos aspectos son razonables, otras, por el contrario, carecen de todo fundamento. Algunos ejemplos de opiniones sin fundamento son las que cito a continuación.

DIETA Y CRECIMIENTO CEREBRAL

Una afirmación sostenida por algunos paleoantropólogos (1,2) es que la dieta ha sido uno de los factores más importantes en el aumento del volumen cerebral. Cuando la dieta pasó de ser predominantemente vegetariana a carnívora, es decir, cuando fue más completa y rica en alimentos energéticos, como ocurrió en el caso del Homo habilis con respecto a los australopitecos, y, sobre todo, en el Homo erectus, sus cerebros adquirieron un volumen casi doble que el de sus predecesores. J.L.Arsuaga, uno de los defensores de esta hipótesis, en una entrevista que le hicieron para el diario La Vanguardia (24. XI. 2002), afirmó: «la explotación de la carroña permitiría que se dieran una serie de cambios morfológicos, que acabaron de hacernos como somos».

A primera vista esta hipótesis parece bastante objetiva, pero cualquiera que tenga un cierto conocimiento de genética verá que carece de fundamento científico, al menos cuando el tema no se reduce al caso de un individuo sino que se hace extensivo a toda la especie. En efecto, cada especie, tiene un volumen cerebral, determinado genéticamente, que varía muy poco de unos individuos a otros (3,4). Esta potencia prospectiva de desarrollo cerebral se cumplirá en el cien por cien de sus posibilidades si no hay factores genotípicos que interfieren tal desarrollo. Uno de esos factores es la alimentación: si ésta es insuficiente o incompleta, el cerebro no alcanzará el volumen que tenía asignado por sus genes y, al contrario, si es adecuada conseguirá el máximo desarrollo, pero nunca rebasará el que genéticamente le corresponde. También es un razonamiento falso pensar, dejando aparte lo que acabamos de decir, que el mayor volumen alcanzado por uno o varios individuos es transmisible a su descendencia, puesto que la mejor alimentación no provoca un cambio en los genes que rigen el desarrollo cerebral y menos en los genes de los gametos. Para que el cerebro aumente de volumen es necesario que haya una serie de mutaciones en tales genes, y eso no depende de la dieta. Por tanto, achacar a la dieta el crecimiento del volumen cerebral en los sucesivos pasos de la evolución de los homínidos y del hombre, carece de base científica.

VOLUMEN CEREBRAL Y DESARROLLO TÉCNICO-CULTURAL

Una buena parte de los antropólogos mantiene que hay un paralelismo entre el desarrollo cerebral, y el técnico y sociocultural. Si partimos de los primeros homínidos, con un volumen cerebral no superior al del chimpancé (unos 425 mL), incapaces de fabricar ningún tipo de utensilios, y lo comparamos con el *Homo habilis* (con un volumen cerebral de unos 650 mL), que comen zó a fabricar los primeros instrumentos líticos, se ve una correspondencia entre volumen cerebral y progreso. Otro tanto ocurre cuando comparamos el *Homo habilis* con el *erectus*, este último ya alcanzó un volumen cerebral de unos 1.000 mL y fabricó mayor diversidad de instrumentos y, sobre todo, fue capaz de emigrar hasta los sitios más lejanos del antiguo continente. También aquí se ve una correspondencia entre ambos parámetros y otro tanto cabría decir en el caso del *Homo heidelbergensis* y del *Homo neanderthalensis*. El volumen cerebral en este último sobrepasó los 1.550 mL y su industria lítica corresponde al Paleolítico medio. Pero el paralelismo se interrumpe cuando comparamos el *Homo neanderthalensis* con el *Homo sapiens* moderno, en efecto, este último tiene un volumen cerebral medio de 1.350 mL, es decir unos 200 mL menor que el de los neanderthales. Aplicando el principio de que a mayor volumen cerebral mayor desarrollo técnico-cultural, los neanderthales deberían haber conseguido, en sus 350 mil años de existencia, un avance muchísimo mayor que el *Homo sapiens* moderno, pero, paradójicamente, éste, en 40 mil años, ha pasado del Paleolítico superior al actual desarrollo técnico, científico y artístico, en tanto que aquél

no avanzó más que del Paleolítico inferior al medio. Por tanto, la afirmación de que el grado de desarrollo técnico-cultural es paralelo al desarrollo cerebral hay que matizarla. En principio, es válida hasta el hombre de Neanderthal, como acabamos de ver, pero no se puede aplicar al caso del hombre moderno, en este último ha influido algún otro factor, como más adelante estudiaremos.

SOBRE LA APARICIÓN DEL LENGUAJE

Sobre la aparición del lenguaje hay opiniones diversas: desde los que suponen que el Homo heidelbergensis hablaba (5), hasta los que afirman que el lenguaje es reciente, pues no tendría más de 35 mil años (6).

Lógicamente, una base sólida que nos permita defender una opinión u otra no existe. Los elementos que intervienen en la fonación, a excepción del hioides, no son óseos, por lo que no se pueden tener en cuenta o si se tienen hay que hacerlo con gran prudencia. Por otra parte, los centros nerviosos que coordinan los músculos que actúan en el habla, también se destruyen al poco tiempo de morir, por lo que no disponemos de restos que nos den una pista sobre el momento en que el hombre dispuso de los instrumentos imprescindibles para poder hablar. Cuando algunos autores hablan de que la aparición de las áreas del lenguaje tuvo lugar ya en el Homo erectus es pura fantasía, mayor que la de Gall con su famosa frenología. Así mismo, es fácil detectar la falacia de ciertas hipótesis, como la de que el Homo neanderthalensis hablaba (7), basados en el hioides hallado, entre otros restos fósiles de esta especie, en la Chapelle-aux-Saints (1983). Ese hioides, por lo visto, tiene una morfología similar a la del hombre actual. Deducir de este solo dato que los neanderthales hablaban es, a todas luces, insuficiente, pues la participación del hioides en la fonación, en relación con el resto de los órganos que intervienen en esta función y en la articulación de la palabra, es mínima. Si no se conoce la morfología de los cartílagos de la laringe, de las cuerdas vocales, de los músculos que abren y cierran la glotis, ninguno de los cuales se ha conservado por tratarse de partes blandas, no se puede decir, con fundamento científico, si era capaz o no de hablar.

Otro dato que algunos esgrimen para defender que los neandertales hablaban es la posición de su laringe, que, aunque era más próxima a la base de la lengua que en el hombre actual, sin embargo, le permitiría pronunciar algunas palabras (8). Ya se comprende que hablar de la posición de la laringe en la garganta de los neandertales es moverse en un terreno de mera suposición, y basar en esto si era o no era capaz de hablar pura elucubración.

Otra observación curiosa de los que defienden la idea de que los neandertales hablaban es que el conducto del hipogloso (conducto que permite el paso del nervio

hipogloso de la cavidad craneal a la cara), tiene un diámetro semejante al del hombre actual (9). Como es sabido el nervio hipogloso es el que se encarga de inervar la musculatura de la lengua. El razonamiento de esos autores debió ser el siguiente: como la lengua interviene en la articulación de la palabra, el nervio hipogloso en los seres que hablan debe ser más grueso y el canal por donde pasa más amplio. Si en los neandertales ese canal es como en los hombres actuales, es señal de que los neandertales hablaban. Los que han hecho esta observación conocen algo de Anatomía pero no lo suficiente para llegar a una hipótesis correcta y, sobre todo, les faltó el espíritu crítico indispensable a todo investigador. En efecto, no conocen suficiente anatomía, puesto que parecen ignorar que la lengua, cuando verdaderamente realiza un trabajo intenso no es al hablar sino en el acto de la masticación, pues tiene que mover el alimento de un lado a otro para que los molares puedan realizar adecuadamente su labor. Por tanto, cabe suponer que el grosor del nervio hipogloso debe de tener una relación más directa con la masticación que con la articulación de la palabra. De hecho, otros investigadores más críticos (10) hicieron un estudio comparativo de la amplitud del conducto del hipogloso en hombres actuales, en neandertales y en antropoides y pudieron observar que el diámetro de ese conducto era superior en los antropoides que en los hombres actuales y que en los neandertales, ¡y los antropoides no hablan!

BIBLIOGRAFÍA

1. LEONARD, W. R., «Incidencia de la dieta en la hominización», *Inv. Ciencia*, 2003, febrero, 48-57.
2. OFEK, H., *Second nature. Economic origin of human evolution*, Cambridge Univ. Press, 2001.
3. BROUNS, M.R.; MATHESON, D. Y SETTLEMAN, J., «The adhesion signaling molecule p190Rho Gap is required for morphogenetic processes in neural development», *Development*, 127, 2000, 4905- 4913.
4. CORBIN, J.G.; GAIANO, N. Y FISHELL, G., «The Gsh2 homeodomain gene controls multiple aspects of telencephalic development», *Development*, 127, 2000, 5013-5020.
5. GIBSON, K. R. Y INGOLD, T., *Tools, language, and cognition in human evolution*, Cambridge Univ. Press, 1993.
6. HOLDEN, C., «The origin of speech», *Science*, 303, 2004, 1316-1319.
7. TRINKAUS, E. Y SHIPMAN, P., *The Neanderthals*, Thame & Hudson, 1995.

- 8.LAITMAN, J. T., «The evolution of the hominid upper respiratory system and applications for the origin of speech», en E. de Grober (ed.), *Glossogenetics: The origin and evolution of language*, París, Harwood Acad. Publ., 1983, págs 63-90.
- 9.KAY, R.; CARTMILL, M. y BALOW, M., «The hypoglossal canal and the origin of human vocal behavior», *Proc. Natl Acad. Sci.*, 95, 1998, 5417-5419.
- 10.DEGUSTA, D.; GILBERT, W. H. y TURNER, S. P., «Hypoglossal canal size and hominid speech», *Anthropolog*, 96, 1999, 1800-1804.

PARTE II

CAPÍTULO 4

Una ojeada a la evolución del hombre

Todavía es frecuente oír que el hombre desciende del mono. A los darwinistas les parece la cosa más natural, en cambio, los que no siguen a Darwin consideran esta afirmación como un insulto. La verdad es que ni procedemos del mono ni tampoco hay razón para escandalizarse, pues, si no descendemos del mono al menos tenemos antepasados comunes, como de una forma abreviada voy a exponer en los próximos capítulos. Pero antes nos detendremos, aunque sea muy brevemente, en la nomenclatura que vamos a utilizar, para de esta forma evitar confusiones.

SOBRE LA TERMINOLOGÍA

En paleoantropología, como en casi todas las ciencias, no hay una terminología unificada (aunque para los nombres más corrientemente utilizados suele haber bastante coincidencia sobre su significado), por lo que es útil indicar, ya desde el principio, la terminología que se va a seguir. Por otra parte, como entre los lectores de este ensayo predominarán los que no son especialistas en paleontología, pienso que les será una ayuda explicar lo que significan los nombres que utilizaremos.

- Apes son primates que anatómicamente se parecen a los humanos, y comprenden los chimpancés, gorilas, orangutanes y siamangs. Se caracterizan, además de su parecido con los humanos, por tener brazos largos, tórax ancho y carecer de cola.
- Antropoides: designación equivalente a la de Apes.
- Primates: con este término se designa tanto a humanos como a antropoides, por lo que es frecuente que para distinguirlos se hable de primates humanos y no humanos.
- Con la denominación de homínidos se designa a aquellos seres que se han separado del tronco de los Apes y se caracterizan por adoptar una marcha bípeda.
- Los australopitecos son los homínidos más antiguos, el nombre significa: monos australes, por el hecho de que los primeros restos encontrados de este género fue en África austral y su morfología era muy parecida a los primates no humanos.
- Homíninos son los descendientes de los australopitecos, que ya fabricaron instrumentos y corresponden al genus Homo. Con esta designación se comprende desde el Homo

habilis al Homo sapiens.

- El Homo habilis es el primer homínino, es decir, el primero que comenzó a producir, no sólo utilizar, instrumentos. Con él se inicia el genus Homo.
- El Homo erectus es un homínino, que emigró desde África a todo el antiguo continente. Muy posiblemente los que quedaron en el Este africano, que eran la variedad ergaster, fueron los que dieron origen al Homo heidelbergensis y al sapiens idaltu.
- El Homo heidelbergensis es descendiente del Homo ergaster y vivió en Europa y en la parte occidental de Asia. El apellido proviene del primer lugar donde se encontraron restos de esta especie.
- El Homo neanderthalensis procede del de Heidelberg, vivió en los mismos lugares que aquél y el calificativo deriva del valle de Neander (Alemania). En alemán antiguo, valle se escribía Thal, y bastantes autores, sobre todo los sajones, mantienen la h, aunque en el alemán actual se escribe Tal. En mi caso suelo emplear ambas transcripciones.
- Homo sapiens archaicus. Es corriente denominar Homo sapiens tanto al Homo heidelbergensis como al de Neandertal y, para diferenciarlos del Homo sapiens moderno, del cual nosotros procedemos, se utiliza para aquellos el calificativo de arcaico.
- Homo sapiens idaltu, esta designación se ha comenzado a utilizar desde que en Herto (Etiopía) se encontraron 3 cráneos de una antigüedad aproximada de 160 mil años, cuya morfología corresponde a la del hombre moderno, aunque todavía presentan algunos rasgos físicos que recuerdan a los neandertales, de ahí el calificativo de idaltu, que, en la lengua de la región donde aparecieron estos restos, significa antiguo.
- El Homo sapiens moderno es nuestro más directo antecesor. También se le suele denominar Homo sapiens sapiens, para diferenciarlo de los otros sapiens. En mi opinión esta última designación es poco adecuada, ya que no se puede ser sapiens por partida doble, por lo que yo no la voy a utilizar salvo en contadas ocasiones. Al Homo sapiens moderno también se le denomina, sobre todo antiguamente, hombre de Cro-Magnon, puesto que fue en esa localidad francesa donde se encontraron primeramente restos del Homo sapiens moderno.

Y ya, metidos en nomenclatura, quizá puede tener interés hacer una breve mención del lugar que el hombre ocupa en el reino animal.

Pertenece al reino animal y dentro de éste al phylum de los cordados y, en orden descendente, al subphylum de los vertebrados, a la clase de los mamíferos, al orden de los primates, al género Homo, y a la especie sapiens.

•Clado, grupo de individuos descendientes de un progenitor común.

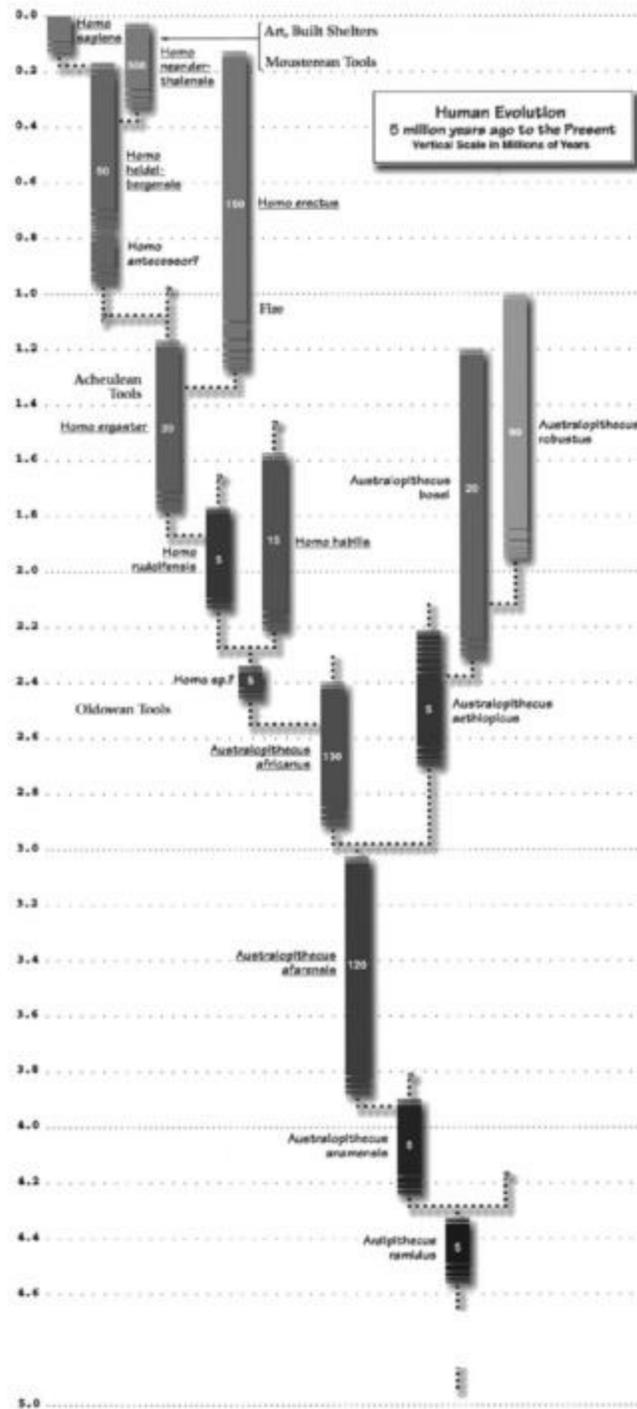
A continuación voy a presentar de forma resumida el proceso evolutivo de nuestros antecesores, desde que se separaron del tronco de los Apes hasta la aparición del Homo sapiens.

AUSTRALOPITECOS

Brunet y su equipo (1), hace pocos años, descubrieron en el Chad restos de 6 homínidos, entre ellos un cráneo bastante completo. Su antigüedad es de 6 a 7 millones de años. Algunos rasgos craneales (fig. 1) llevaron a Brunet a suponer que se trata de homínidos, por lo que, según este reciente hallazgo, la separación del tronco común de homínidos y chimpancés habría tenido lugar un millón de años antes de lo que se venía suponiendo (teniendo en cuenta la antigüedad de los australopitecos descubiertos hasta esa fecha). Otros autores (2), sin embargo, opinan que esos restos no son de homínidos, sino de un antecesor común con el chimpancé, de hecho, la capacidad craneal del Australopithecus tchadensis es igual o menor que la del chimpancé. Sin embargo, los datos aportados por los genetistas, comparando el genoma humano y el del chimpancé, vienen a confirmar que tal separación tuvo lugar hace unos 6, o 7 millones de años (esquema 1), lo cual apoya que los restos de Chad sean de homínidos.



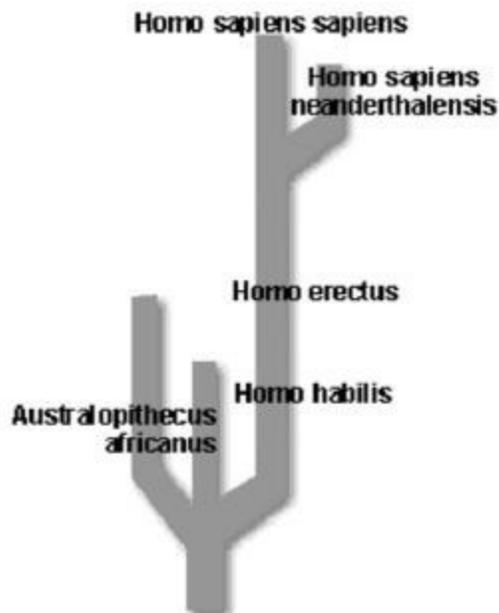
Fig. 1. Cráneo reconstruido del *Homo tchadensis*, visto latero-frontalmente. Se observa su parecido con el cráneo de un chimpancé. El torus supraorbitario es muy marcado, incluso en el espacio interorbitario



Esquema I.Árbol genealógico de nuestra especie. Las cifras que aparecen a la izquierda corresponden a millones de años

Los que sin discusión se aceptan como homínidos son los australopitecos. El genus Australopithecus comprende varias subespecies, las más antiguas entre las conocidas comenzaron su existencia hace unos 4,5 millones de años y las últimas en desaparecer lo hicieron hace 1,2 millones de años. Estas subespecies son: la del ramidus, la más

antigua, la anamensis, la afarensis, y las dos mejor conocidas: la del africanus y la del robustus. Como una especie algo más evolucionada tenemos la del paranthropus, de los que poseemos mayor información son el ethiopicus y el boisei. Del A. afarensis derivó el Genus Homo (esquema II).



Esquema II. Árbol genealógico simplificado del Homo sapiens. Según una hipótesis, de las diferentes familias de australopitecos, la que dio lugar a los homínidos fue aquella que originó el Homo habilis. De éste surgió el Homo erectus del cual derivaron, por un lado, los neandertales y por otro el Homo sapiens idaltu

La distribución geográfica (fig.2 y 3) de los australopitecos es Este y Sur de África, pues los yacimientos encontrados se encuentran en: lago Turkana, en Kenia, garganta de Olduvai, en Tanzania, Afar, en Etiopía y Swartkrans en Suráfrica (3).

La dieta de estos homínidos era fundamentalmente vegetariana, quizá un 10% fuera carne. La talla oscilaba entre 1,0 y 1,3 m y, el peso, entre 25 y 35 kg (4,5).

Los dos esqueletos de australopitecos más completos son el de Lucy, descubierto por Johanson en los años 70, y el de Sterkfontein, Suráfrica, hallado en 1999. El primero tiene una talla de 1,05 m, la capacidad craneal es de 415 cc y su antigüedad entre 3,2 y 2,9 millones de años (6,7).

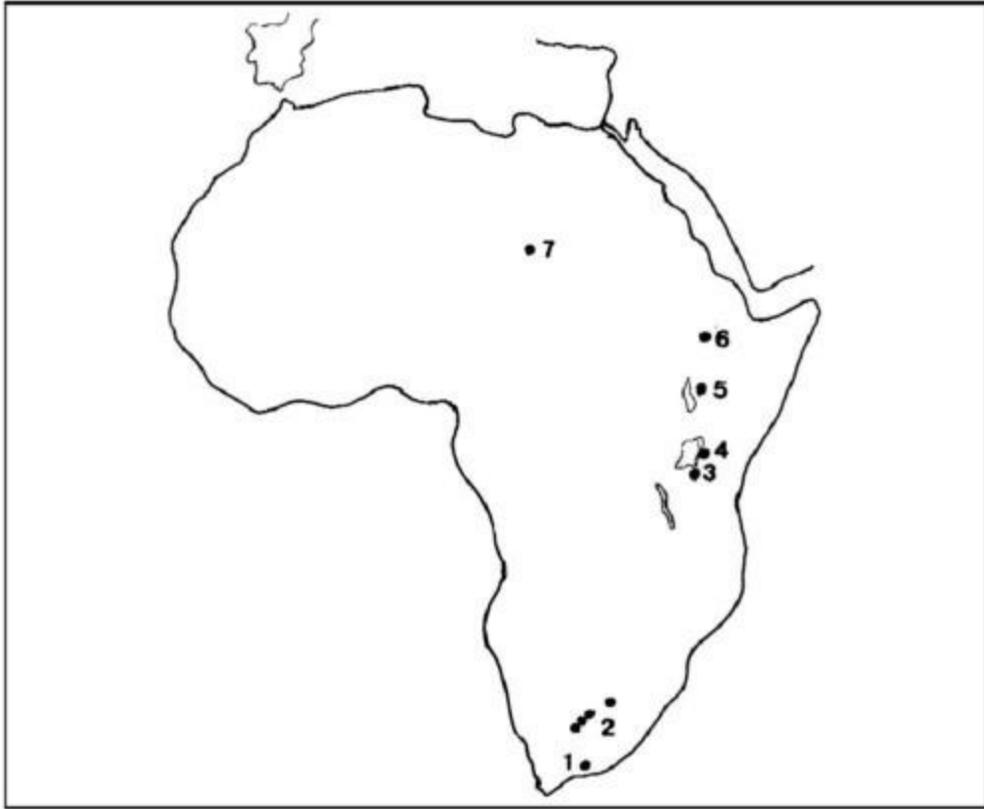


Fig. 2. Yacimientos africanos donde se han encontrado restos de australopitecos: 1. Río Klasies, 2. Cuevas de Suráfrica (Sterkfontein), 3. Laetoli, 4. Olduwai, 5. Turkana, 6. Hadar, 7-Chad

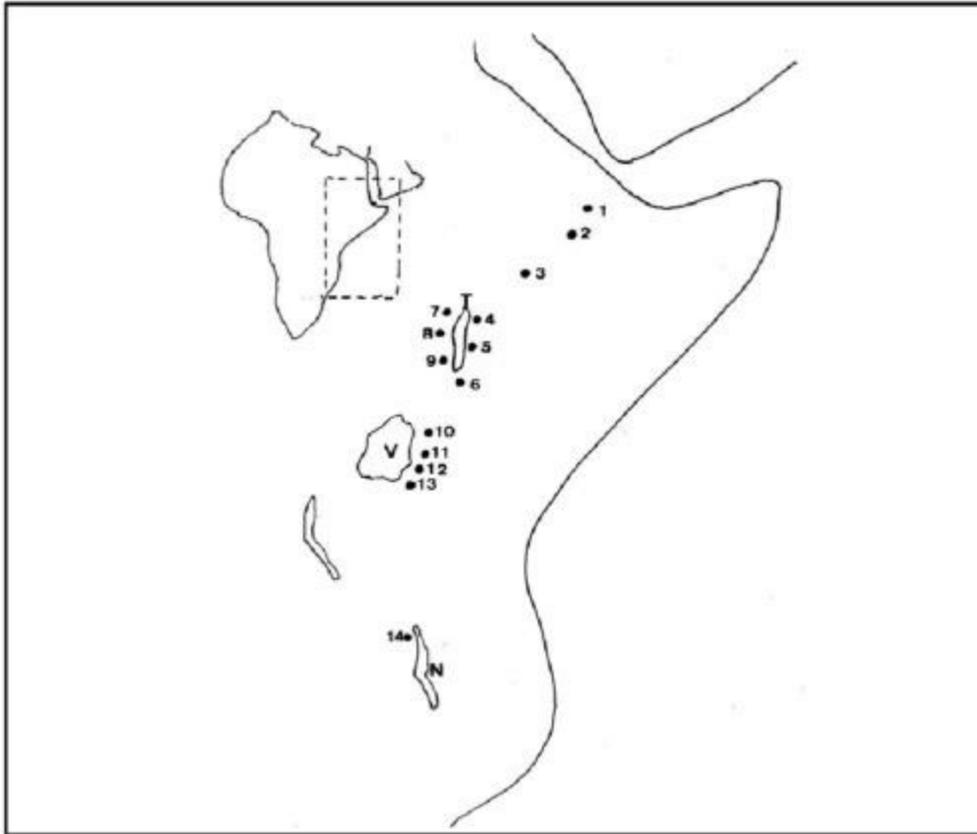


Fig. 3. La región del este africano es la más rica en yacimientos con restos de los diferentes pasos evolutivos de homínidos y homíninos, por lo que, con razón, se le ha llamado cuna de la humanidad. Una buena parte de esos yacimientos se encuentra en la proximidad de los lagos Turkana y Victoria: 1. yacimiento de Hadar, con restos de *Australopithecus (A) afarensis*, 2. yacimiento de Awash medio/Aramis (*A. afarensis*, *ramidus* y *gari*), 3. Konso (con restos de *Paranthropus (P) boisei*), 4. Koobi Fora (*P. boisei* y *A. afarensis*), 5. Ailla Bahia (*A. anamensis*), 6. Kanapoi (*A. anamensis*) 7. Omo (*A. afarensis* y *P. aethiopicus* y *boisei*), 8. Turkana Occidental (*P. aethiopicus* y *P.Boisei*), 9. Lomekwui (*K. Platyops*), 10. Lukelno (*O. tugeniensis*), 11. Peninj (*P.Boisei*), 12. Garganta de Olduvai (*P.Boisei*), 13. Laetoli (*A. afarensis*), 14. Malema (*P. boisei*). Las letras corresponden a los lagos: T-lago Turkana, V-lago Victoria, N-lago Malawi

En cuanto a la morfología corporal de los australopitecos, la principal característica que permite diferenciarlos de los antropoides es la de caminar en posición erecta.

EL GRAN AVANCE DE LOS AUSTRALOPITECOS

La gran diferencia de los australopitecos con los Apes es su marcha bípeda. No sólo podían permanecer erguidos, esto ya lo hacen los antropoides, sino que su forma normal

de caminar era la bípeda.

¿Qué es lo que motivó este notable cambio morfológico y funcional? Las opiniones son varias. Unos opinan que fue motivada por una adaptación a la vida en la sabana, cubierta por hierbas altas: para poder ver a una cierta distancia era necesario que la cabeza estuviera erguida y quedara por encima de las hierbas. Esta hipótesis no tiene demasiado peso, pues en la sabana viven muchos animales y ninguno de ellos ha desarrollado el bipedalismo. Además, los australopitecos eran, en buena parte, arborícolas. Otra hipótesis es la que hace responsable de tal cambio al nicho ecológico donde vivían estos primeros antepasados nuestros. Tanto esta hipótesis como la anterior tienen el defecto de pensar que las modificaciones del medio ambiente son las que determinan la adaptación y por tanto los cambios morfológicos de las correspondientes especies. Ese argumento mantiene la hipótesis de Darwin y no tiene en cuenta las aportaciones de la genética. Un individuo en particular puede desarrollar más, para adaptarse mejor al medio en el que vive, determinados grupos musculares y éstos, en pequeña medida, pueden influir en la morfología ósea. Pero tales caracteres adquiridos no se transmiten a los descendientes, por tanto, cada individuo tendría que adquirir por su cuenta esas modificaciones. Que la realidad no es esa nos lo demuestra el hecho de que ya en la época embrionaria, y más claramente en la fetal y en el recién nacido, se ve que tanto sus huesos como sus músculos tienen ya la configuración definitiva. Por tanto, la posición y marcha bípeda no fue provocada por una adaptación al medio ambiente o al nicho ecológico sino por diversas mutaciones génicas. Tales mutaciones tuvieron que tener lugar en los genes que controlan el desarrollo musculo-esquelético ¿fueron muchas las necesarias para conseguir un cambio tan notable? Quizás es conveniente, antes de responder a esta pregunta, examinar, aunque sea de forma sucinta, cuáles fueron los principales cambios que supuso la marcha bípeda.

CAMBIOS MORFOFUNCIONALES NECESARIOS PARA ADQUIRIR LA MARCHA BÍPEDA

Los cambios osteomusculares que hacen posible pasar de la marcha cuadrúpeda a la bípeda afectan a casi todo el cuerpo. En efecto, por lo que respecta a los huesos, supone modificaciones en la columna vertebral, en la pelvis y en las extremidades inferiores. En el cráneo los cambios son menores. En la marcha bípeda, al descansar el peso del tronco, de la cabeza y extremidades superiores sobre la columna vertebral, especialmente sobre las vértebras lumbares y primera sacra, éstas tienen que tener un mayor desarrollo que en los antropoides. Algo parecido ocurre con los huesos de la extremidad inferior y de la pelvis. En cambio, los huesos de la extremidad superior, en cuanto que queda libre de soportar el peso del cuerpo, tienen un desarrollo menor que en los monos y apes. Los

cambios musculares están en consonancia con los óseos. Simplificando, se puede decir que todos los músculos extensores del tronco y de la extremidad inferior están mucho más desarrollados en los australopitecos que en los antropoides. En el cráneo la principal diferencia se encuentra en la disposición del agujero occipital (por donde pasa la médula espinal de la cavidad craneana al conducto raquídeo): en los antropoides se halla situado en un plano oblicuo entre el vertical y el horizontal, en los australopitecos, como en el hombre moderno, se sitúa en el plano horizontal y se encuentra más anterior, posición esta favorable para la mirada horizontal.

¿Estos cambios morfofuncionales se adquirieron paulatinamente o fueron instantáneos? A primera vista, la respuesta que parece más lógica es que, si fueron debidos a mutaciones génicas, debieron ser instantáneos. Sin embargo, los hallazgos paleoantropológicos parecen indicar que al menos algunos caracteres fueron adquiriéndose paso a paso. En efecto, comparando el esqueleto de Lucy, el más completo y mejor conservado de los australopitecos, se ve que sus piernas eran proporcionalmente más cortas que en el hombre moderno y sus brazos bastante más largos. No obstante, la marcha de estos homínidos era semejante a la nuestra como lo demuestran las huellas de Laetoli. Éstas fueron descubiertas por Mary Leakey y su equipo en 1978, en Laetoli (Tanzania). Al parecer, el volcán Sadiman, en una de sus erupciones, arrojó abundantes cenizas que una posterior lluvia transformó en barro y en éste quedaron impresas las pisadas de animales y de homínidos, fosilizándose después. Allí se pueden observar dos rastros paralelos de pisadas, que, a juzgar por su tamaño, se trataba de una madre y su pequeño. La morfología de esas huellas es prácticamente igual que las actuales. En la proximidad de tales huellas se han encontrado también restos de australopitecos *afarensis* de la misma antigüedad, unos 3,5 millones de años.

El cráneo es, como antes se ha dicho, el que menos cambios ha experimentado por la marcha bípeda y su morfología en los australopitecos es muy parecida a la de un chimpancé: el reborde supraorbitario muy pronunciado, la frente huida, la cara prominente, la mandíbula poderosa, la nariz con muy escaso relieve y en la calota una cresta longitudinal que servía para aumentar la superficie de inserción de los potentes músculos temporales (fig. 4A). En cuanto a la capacidad craneal, era parecida también a la del chimpancé, unos 430 mL (8). Una diferencia clara es la referente a los caninos, bastante más pequeños que en los apes, con unos molares, en cambio, de gran desarrollo (9).

La posición erecta y la marcha bípeda supusieron evidentes ventajas para los homínidos con respecto a los antropoides. En primer lugar, las manos quedaron libres para la manipulación y la utilización de instrumentos, para poder transportar cosas y en

el Genus Homo la posibilidad de fabricar útiles, en segundo lugar, mayor facilidad para desplazarse y caminar largas distancias; en tercer lugar, posición favorable para defenderse del calor y de las radiaciones solares.



Fig. 4.A. Vista latero-frontal del cráneo de un paranthropus aethiopicus. Destaca la potente mandíbula, así como la extensión que debió tener el músculo temporal, pues además de ocupar la fosa temporal se extendía hasta la cresta sagital. Es notable así mismo, la proyección rostral del esplanocráneo y la ausencia de la eminencia mentoniana

¿FUERON NECESARIAS UNA O MÚLTIPLES MUTACIONES?

No es fácil contestar a esta pregunta. Si se tiene en cuenta que el desarrollo de cualquier órgano viene regido por múltiples genes, la contestación que parece más lógica es que en la adquisición de la marcha bípeda, que supuso notables cambios, tuvieron que intervenir muchos genes. Algunos, sin embargo, piensan que una o muy pocas mutaciones determinan un cambio anatómico y este cambio, a su vez, es el responsable de una cascada de cambios que ya no son de origen génico. Antes ya hemos señalado que la disposición anatómica para la marcha bípeda se observa ya en el desarrollo intrauterino, por tanto, no es algo adquirido extrauterinamente a partir de la modificación provocada por un cambio de origen génico. En mi opinión, la hipótesis más sostenible es

la de que fueron múltiples mutaciones las responsables del cambio de marcha.

Entonces, volviendo a la pregunta que quedó planteada más arriba: ¿los cambios para la marcha bípeda ocurrieron de forma inmediata o paulatinamente? Si fueron muchos los cambios que fueron necesarios para la marcha bípeda, puesto que afectaron a todos los segmentos del cuerpo, esto exigió bastantes mutaciones. Ahora bien, la coordinación que tuvo que existir para que tales mutaciones no dieran lugar a un gran número de monstruos antes de originar un australopiteco perfectamente configurado para la marcha bípeda, nos lleva a pensar en el diseño inteligente. Si sólo hubiera intervenido el azar, además de haberse producido monstruos (no se ha encontrado ningún resto de ellos), se hubieran necesitado muchos millones de años hasta que apareciera un australopiteco viable, cosa que no ocurrió, pues el antecesor común a los homínidos y a los chimpancés vivió hace unos 7 millones de años y los fósiles de homínidos tienen una antigüedad de 6 millones de años. Hay que pensar, por tanto, que las numerosas mutaciones se produjeron, si no de forma instantánea, al menos en muy poco tiempo, y que para que se produjeran en el orden adecuado intervino el diseño inteligente.

DE LOS AUSTRALOPITECOS AL PRIMER HOMO

Una de las más antiguas especies de *Australopithecus* es la del *Ramidus*, que vivió hace unos 5 millones de años. Del *Australopithecus ramidus* procede el *A. anamensis*, que apareció aproximadamente un millón de años después, de él procede el *A. afarensis* y de éste, por un lado, el *A. africanus* y, por otro, posiblemente, un eslabón anterior al *Homo habilis*. Este último apareció hace unos 2,5 millones de años. Aunque la capacidad craneal del *A. afarensis* era sólo algo superior a la del chimpancé, algunos paleoantropólogos (10) piensan que en ellos, el lóbulo frontal y temporal estaban más desarrollados que en los antropoides, signo este que indica una aproximación a la especie humana. Sin embargo, a lo largo de los 3 millones de años que vivieron los australopitecos no cambió su modo de vida ni fueron capaces de fabricar instrumentos (11).

GENUS HOMO

Acabamos de ver que el rasgo más característico que diferencia los Australopitecos de los antropoides es la marcha bípeda, y el carácter distintivo entre los homínidos y los pertenecientes al genus *Homo* u homíninos, es que estos últimos fabricaron instrumentos, en tanto que los australopitecos simplemente los utilizaban. Algunos paleoantropólogos estiman que además de este carácter distintivo, deben tenerse en cuenta algunos más para darle la condición de homíninos. Así, Wood y Collard (12) proponen que para encuadrar una especie en el genus *Homo* es necesario que tanto la morfología corporal, el peso, la

dentadura y el desarrollo infantil del Homo habilis estén más próximos al Homo sapiens que a los primates no humanos, y que la disposición de sus miembros sea más propia de la vida sobre el suelo que de la arborícola.

Si se tienen en cuenta estas condiciones y no sólo la de fabricar útiles el Homo habilis, posiblemente no se podría incluir en el genus Homo, pero la mayoría de los autores (13) lo considera como el primer representante de nuestro genus. En efecto, aunque las características morfológicas tienen importancia, es mucho más importante, como rasgo distintivo, la capacidad de fabricar algo con una finalidad, cosa que comenzó a hacer el Homo habilis, y por esta razón lo incluimos en el apartado de los homíninos.

HOMO HABILIS

El Homo habilis procede del Australopithecus afarensis y el inicio de su existencia se remonta a 2 millones y medio de años. El Homo habilis supuso un verdadero salto evolutivo, pues es el primero que, según acabamos de mencionar, comenzó la industria lítica, aunque fuera muy rudimentaria. Para muchos paleoantropólogos (14) la capacidad de fabricar útiles supone una intencionalidad y éste sería el primer rasgo humano.

El período de existencia del Homo habilis se extiende hasta hace 1,6 millones de años, duración relativamente (esquema 1) corta si se compara con la de los australopitecos. Restos óseos de Homo habilis se han encontrado en diferentes regiones de África: Sterkfontein, Hadar, Middle Awash, Olduvay, garganta de Koobi, etc. (15) (fig. 4B). El ejemplar más completo y mejor conocido es el KNM-ER 1470 (15), encontrado en Koobi (Kenia). Su capacidad craneal es de unos 650 mL, lo que supone una significativa ganancia con respecto a los australopitecos (fig.4A). Su talla y peso eran superiores a los australopitecos: 1,5 m y 45 Kg, respectivamente.



Fig. 4B. Cráneo de Homo habilis (norma latero-frontal). Si se compara con el del paranthropus se aprecian notables diferencias: además de un volumen craneal mayor, se observa la desaparición de la cresta sagital, por lo que se puede deducir que su musculatura masticadora era mucho menos potente que en el paranthropus

Los útiles más antiguos hasta ahora descubiertos son los del valle del río Omo, con una antigüedad de unos 2,5 millones de años. Sin embargo, por ahora, el yacimiento más abundante es el del valle del Rift. Muy posiblemente se desplazaban varios kilómetros para buscar las piedras que les servían para tallar sus hachas. Los utensilios que fabricó el Homo habilis corresponden a la llamada cultura olduvayense, la más primitiva.

Aprovechaban cantos y piedras para tallar una de sus caras, obteniendo de esta forma hachas rudimentarias, que no eran capaces de producir de forma estandarizada. Esto hace suponer que no existía intencionalidad en esa forma de actuar, como más adelante veremos, y que el aprendizaje se efectuaría por imitación, al ver los pequeños la forma en que lo hacían los mayores. Un signo más de lo rudimentario de esta industria lítica es que las lascas, producidas al golpear el núcleo del canto o de la piedra, se utilizaban sin modificarlas.

En una excavación en Erq-kel-Ahmar, en el valle del Jordán, se han encontrado

lascas cortantes, hachas rudimentarias, etc., de una antigüedad de unos 2 millones de años (17), por lo que se supone que corresponden al Homo habilis (el Homo erectus tardaría todavía unos 500 mil años en aparecer). Si esto se confirma, habría que admitir que el Homo habilis emigró de África, capacidad que no se había demostrado hasta el Homo erectus.

HOMO ERECTUS

Sobre el Homo erectus y el Homo ergaster ha habido y continúa habiendo un cierto debate, dado que los restos de uno y otro son escasos. En el momento actual la hipótesis más seguida es la que sostiene que el primero apareció en África del Este, pues allí es donde se han encontrado los restos de mayor antigüedad (de 1,8 a 1,5 millones de años), y proponen para ellos la denominación de Homo ergaster. De éstos, los que emigraron a otras regiones de África, así como a Asia y Europa, se les reserva el nombre de Homo erectus y sus restos tienen una antigüedad entre 1,2 y 0,2 millones de años. Para la mayoría de los paleoantropólogos, los que dieron origen a los pasos siguientes hacia el Homo sapiens moderno fueron los ergaster.

El Homo ergaster supuso otro paso evolutivo importante, tanto por lo que respecta al desarrollo cerebral - su capacidad craneal osciló entre los 900 y los 1.100 ml - como en lo corporal, pues los varones pesaban unos 57 Kg y la altura debía ser próxima a la actual, al menos por lo que se deduce del esqueleto del muchacho de Turkana. La configuración cefálica es intermedia entre la del Homo habilis y la del Homo sapiens (fig. 5): con respecto a éste, el arco superciliar no es tan pronunciado, la frente menos retraída, la mandíbula menos pronunciada, los molares más pequeños, la longitud vertical de la cara menor, la nariz más pronunciada y los brazos más cortos (18, 19). Una prueba de sus mayores facultades son la diversidad de utensilios líticos que fabricó pasando de la cultura olduvayense a la achelense, caracterizada ésta por que los útiles estaban tallados por las dos caras, la perfección del tallado era mayor y la fabricación se realizaba de forma estandarizada (20). Al Homo erectus se atribuye el dominio del fuego, cosa que debió ocurrir hace unos 800 mil años. Sin embargo, el rasgo más sorprendente es su constante éxodo de África, el lugar de origen, hasta los confines del antiguo continente. En efecto, se extendió por todo el continente eurasiático y sus islas (fig. 6), ya que llegó hasta Java (21). En la isla de Flores, entre el Sudeste asiático y Australia, se han encontrado restos líticos del Homo erectus, de una antigüedad próxima a los 800 mil años, lo que hace pensar que estos homínidos tuvieron que valerse de algún tipo de embarcación para llegar hasta esa isla (22). En 2003 se descubrió en esta isla de Flores (en la cueva de Liang Bua) el esqueleto de un homínido de una estatura aproximada de un metro y con una capacidad craneal como la de un chimpancé (fig. 7).

Lo llamativo de este descubrimiento es que la antigüedad de estos restos es de unos 18 mil años y que los instrumentos que fabricaba corresponden a una cultura lítica superior a esa capacidad craneal, es decir, su capacidad de fabricar utensilios era semejante a la del Homo erectus, mientras que su desarrollo corporal era bastante inferior. La noticia de este hallazgo ha trascendió a la prensa de divulgación científica y a los periódicos en octubre de 2004, y la opinión de los científicos es de que se trata de un Homo erectus, que por la endogamia propia de una isla pequeña y otros factores que no conocemos, sufrió un proceso de reducción corporal (23). Parece confirmar esta opinión el hecho de que en esa misma isla se han encontrado restos de un elefante enano, el Stegodon.



Fig. 5. Vista lateral de un cráneo del Homo de Java. El torus supraorbitarius continúa siendo muy prominente, destaca la potente mandíbula y la frente muy retraída, pero el neurocráneo, en cambio, es de un volumen notablemente mayor que en las especies anteriores



Fig. 6. Rutas migratorias del Homo erectus desde África hasta Australia



Fig. 7. Norma frontal de un cráneo hallado en la Isla de Flores. La morfología, tanto del esplacno como del neurocráneo, habla a favor de que se trata de un Homo erectus y no de un Homo sapiens moderno enano, como algunos pretenden

El *Homo erectus* apareció hace unos dos millones de años y pervivió hasta hace unos 200 mil años, cifra que, para algunos investigadores se queda corta, pues habría llegado hasta una época más reciente, como parece confirmarlo el *Homo floresiensis*.

Los partidarios de la hipótesis de la hominización multirregional (24) sostienen que el hombre moderno no sólo procede de África sino que también apareció en diferentes lugares de Europa y Asia, es decir, que el *Homo sapiens* moderno se habría originado del *Homo erectus* en los lugares colonizados por éste. En cambio, otros, como Stringer (25), defienden que el hombre actual procede de África y de ahí emigró al resto de los continentes.

HOMO ANTECESSOR

Miembros del equipo encargado de las excavaciones de Atapuerca encontraron, en la Gran Dolina, años 90, una serie de huesos fósiles humanos cuya morfología no encajaba por completo en ninguna de las especies descritas, por ejemplo, del *Homo erectus*, o bien del *Homo heidelbergensis* y menos todavía del *Homo neanderthalensis*, por lo cual creyeron que se trataba de una nueva especie que denominaron *Homo antecessor* (26). Los restos óseos encontrados corresponden, al parecer, a 6 individuos: son vértebras, fragmentos de costillas, metacarpianos y fragmentos de huesos craneales. Entre éstos, los mejor conservados son un fragmento de hueso frontal, de temporal y de mandíbula. Se trata, posiblemente, de los huesos de un muchacho de unos 11 años. La reconstrucción de su cráneo proporciona la imagen de una cabeza más moderna que la del *Homo erectus*: no es tan aplanada, los pómulos son más prominentes porque la tuberosidad maxilar está más excavada, la nariz destaca más del plano facial, el torus supraorbitarius sobresale menos y la mandíbula no es tan potente. La capacidad craneal debería ser de unos 1.000 ml y la antigüedad de los restos se remontaría a 800 mil años, por tanto de mayor antigüedad que el *Homo heidelbergensis*, que es un dato más para considerarlo como una especie comprendida entre el *Homo erectus* y el *heidelbergensis*. El árbol genealógico propuesto por los autores (26) es éste: del *Homo ergaster* se originarían el *Homo erectus* y el *Homo antecessor*, que, a su vez, daría lugar al *H. heidelbergensis* y al *H. rothensis*. De éste procedería el *Homo sapiens* moderno y de aquél el *H. neanderthalensis*.

No todos los paleoantropólogos están de acuerdo con que el *H. antecessor* constituya una nueva especie, pues lo consideran perteneciente a la especie del *H. erectus*. Es de esperar que nuevos hallazgos en la Gran Dolina permitan confirmar la existencia del *H. antecessor*. Esto supondría que la llegada a Europa de un descendiente del *H. ergaster* habría que adelantarla unos 200 mil años (27).

HOMO HEIDELBERGENSIS

El hombre de Heidelberg (este apelativo, como también el de Neanderthal, de Cro-magnon, etc., hace referencia al lugar donde se encontró el primer resto de dicha especie, que fue en Mauer, cerca de Heidelberg) apareció hace unos 600 mil años y tuvo una existencia aproximada de 400 mil. Procede del Homo erectus (o bien, según hemos apuntado un poco más arriba, del H. antecesor) y representa un paso más en el proceso evolutivo, pues su capacidad craneal osciló entre 1.100 y 1.200 ml, su talla aproximadamente era de 1,75 m, en los varones y el peso de unos 70 kg. Así pues, la talla y el peso son equiparables a los del hombre actual y la capacidad craneal algo inferior. En la actualidad, un cerebro con un volumen de 1.200 ml se encuentra en el límite inferior de la normalidad, por debajo de este valor aparece idiocia, tanto más acentuada cuanto menor es el peso cerebral.

Aunque en el aspecto cuantitativo el Homo heidelbergensis se puede comparar al actual, sin embargo, cualitativamente era muy diferente (23). Por lo que respecta al cráneo, destaca el torus supraorbitarius (un rodete por encima de la órbita) muy pronunciado, la frente huida, la cara proyectada hacia delante y ausencia de protuberancia mentoniana.

Uno de los yacimientos donde han aparecido restos más abundantes del Homo de Heidelberg es en el denominado Sima de los Huesos, en Atapuerca (Burgos). Ahí se han hallado más de 30 esqueletos, en su mayoría de sujetos jóvenes, y uno de sus cráneos está en un estado de perfecta conservación (fig. 8).

Aunque la industria lítica del Homo heidelbergensis corresponde al Paleolítico inferior (cultura achelense), sin embargo es más variada que la del Homo erectus: las hachas de mano son de gran perfección y en Schöningen (Alemania), se han encontrado varas, con uno de los extremos aguzado, que debieron servir como lanzas, así como algún objeto de hueso junto a restos óseos de esta especie.



Fig. 8. Fotografía del cráneo de un hombre de Heidelberg, procedente de la Sima de los Huesos en Atapuerca. Se observa su clara dolicocefalia, la protuberancia supraorbitaria (torus supraorbitalis) bastante prominente y el orificio orbitario externo redondeado

En cuanto a la alimentación, puede decirse que utilizaron caza mayor, pues en cuevas habitadas por ellos se han encontrado huesos de caballo, de hipopótamo, de rinoceronte, etc. En ninguno de los yacimientos donde han aparecido restos heidelbergenses se han encontrado signos de manifestaciones artísticas

La distribución geográfica de los heidelbergenses, aunque no se puede precisar con gran exactitud debido a que se han descubierto escasos yacimientos, parece que fue mucho más reducida que la del *Homo erectus*. Hasta ahora, solamente se han encontrado restos en Europa, en el oeste de Asia y en menor cantidad en África.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRUNET, M. y cols., «A new hominid from upper miocene of Chad Central Africa», *Nature*, 418, 2002, 145-151.
2. BAUVILAIN, A. y LE GULLEE, M., «Further details concerning fossils attributed to

- sahelanthropus tchadensis» South Afr. J.Sci, 100, 2004, 142-144.
- 3.«Australopithecus gahri a new-found link» Rep. Ntl. Center Edu, mayo, 1999.
 - 4.ANTON, S. C., «The face of Olduvai hominid», J.Hum. Evol., 46, 2004, 337-347.
 - 5.GRINE, E E. Y KAY, R. F., «Early hominid diets from quantitative image analysis of dental microwear», Nature, 333, 1988, 765-768.
 - 6.JoHANSON, D., Lucy: The beginning of humankind, Nueva York, Simon & Schuster, 1990.
 - 7.CLARK, R. J., «First ever discovery of a well preserved skull and associated skeleton of australopithecus», Sout. Afr. J.Sci., 94, 1998, 460-463.
 - 8.CONWAY, G.C.; VANNER, M. W. y ToBIAS, P. V., «Endocraneal features of australopithecines Africanus», Science, 247, 1990, 838-840.
 9. LE GROS CLARK, W. E., «Hominoids characters of the australopithecines», J.Roy Anthropol. Inst., 80, 1950, 27-53.
 - 10.AIELLO, L. C. y ANDREWS, P., «Hominid family history», J.Human Evol., 2000; 15, 17-38.
 - 11.AMBROSE, S. H., «Paleolithic technology and human evolution», Science, 291, 2001, 1748-1753.
 - 12.WOOD, B. Y COLLARD, M., «The human genus», Science, 284, 1999, 65-67.
 - 13.ROCHE, H. y cols., «Early hominid stone tool production and technical skill», Nature, 399, 1999, 57-60.
 - 14.TOBIAS, P. V., «Encore Olduvai», Science, 299, 2003, 1193-1194.
 - 15.HAEUSLER, M. y McHENRY, H. M., «Body proportions of Homo habilis reviewed», J.Hum. Evol., 46, 2004, 433-465.
 - 16.HAEUSLER, M. Y SCHMID, P., «Comparison of the pelvis of Sts 14 and AL 288-1», J.Hum. Evol., 29, 1995, 363-383.
 - 17.ANTON, S. C., «Early dispersals of Homo from Africa», Ann. Rey. Anthropol., 33, 2004, 271-296.

18. BRÁUER, G. y MBUA, A., «Homo erectus features used in cladistics», *J.Hum. Evol.*, 22, 1992, 79-108.
19. BROWN, E; LEAKY, R. Y WLAKER, A., «Early Homo erectus skeleton from West Lake Turkana, Kenya», *Nature*, 316, 1985, 788-792.
20. CLARK, D. J. y cols., «African Homo erectus: old radiometric ages and young Olduwan assemblages», *Science*, 264, 1994, 1907- 1909.
21. BABA, H. y cols., «Homo erectus calvarium from the pleistocene of Java», *Science*, 299, 2003, 1384-1388
22. MORWOOD, H., «Archaeological and paleoanthropological research in central Flores, east Indonesia», *Antiquity*, 71 1999, 273-286.
23. BROWN, P.; SUTKNA, T. y cols., «A new small-bodied hominin from the late pleistocene of Flores, Indonesia» *Nature*, 431, 2004, 1055-1061.
24. WOLPOFF, M. H. y cols., «Modern human ancestry at the peripheries. A test of the replacement theory», *Science*, 291, 2001, 293-297.
25. TEMPLETON, A. R., «Out of Africa again and again», *Nature*, 418, 2002, 45-51.
26. BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. y cols., «A hominid from the lower pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neanderthals and modern humans», *Science*, 276, 1995, 1392-1395.
27. FALGUERES, C. Y cols., «Earliest humans in Europe the age of the TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain», *J.Human Evol.*, 37, 1999, 343-352.
28. AIELLO, A. Y DEÁN, C., *An introduction to human evolutionary Anatomy*, San Diego Academic Press, 1990.

CAPÍTULO 5

El enigma del *Homo neanderthalensis*

El *Homo neanderthalensis* comenzó su existencia hace aproximadamente 350 mil años y se extinguió hace unos 25 mil, la pervivencia de esta especie vino a ser, pues, parecida a la de su predecesor, el *Homo heidelbergensis*.

El primer resto de Neanderthal (1,2) se encontró el año 1856, en la cueva de Feldhofer, en el valle de Neander (de ahí el nombre), cerca de Düsseldorf (Alemania).

Los restos encontrados en esa cueva fueron: una calota craneal, 2 fémures, los 3 huesos largos del brazo derecho, 2 del izquierdo, parte del ilion izquierdo, fragmentos de escápula y de costillas. Estos huesos llamaron la atención de un naturalista aficionado, Johannes Karl Fuhlrott, quien sospechó que pertenecían a un sujeto de una especie distinta a la nuestra. Consultó con el anatomista Hermann Schaffhausen, que confirmó la sospecha de Fuhlrott. Desde este descubrimiento hasta nuestros días se ha mantenido una viva discusión sobre distintos aspectos de los neanderthales, que verdaderamente son un enigma: mientras unos afirman que hablaban, otros lo niegan; unos piensan que enterraban (con significado ritual) a sus muertos y otros, por el contrario, niegan que existieran tales enterramientos; algunos opinan que tenían métodos sofisticados de caza, mientras que otros se inclinan a pensar que sólo cazaban animales pequeños y aprovechaban los cadáveres de los animales grandes, es decir, eran carroñeros, etc. Una muestra de la diversidad de opiniones, surgidas ya al poco del descubrimiento de esos restos, son las siguientes: R. Virchow, en su tiempo un anatomopatólogo muy reconocido, al dar su opinión sobre la naturaleza de los huesos de Neander, dijo que debían pertenecer a un cosaco enfermo, y explicaba por qué: el dolor había hecho que su entrecejo estuviera casi permanentemente contraído, por lo que se había producido una protuberancia supraciliar mucho más acusada que en el resto de los humanos. Algo más tarde, M. Boule y H. Vallois (3), basados en los restos encontrados en la Chapelle-aux-Saints (Francia), describieron a los neanderthales como especie muy próxima a los primates no humanos, con una marcha y una inteligencia muy parecida a la de estos animales. Esta opinión ha sido la que ha prevaleció durante bastante tiempo.

El hallazgo de Feldhofer, por lo que respecta a restos neanderthales, no fue el primero en el tiempo, si bien los que le precedieron no se dieron a conocer científicamente. El primero fue el de Engis (Bélgica, 1829) y el siguiente el de Gibraltar, en 1848.

RASGOS MORFOLÓGICOS

Los rasgos físicos de los neanderthales los diferencian claramente de los hombres actuales (4). Su cráneo presenta las siguientes características diferenciales: 1-una notable prominencia occipital, 2-existencia de una fosita supra ínica (situada por encima de la protuberancia occipital externa), 3-la posición de la cresta mastoidea existente detrás de la apófisis mastoides, 4-el escaso tamaño de la apófisis mastoides, 5-eminencia yuxtamastoidea (situada detrás de la apófisis mastoides) muy desarrollada, hasta el punto de que su tamaño se acerca al de la mastoides, 6-línea occipital superior (torus occipitalis) muy prominente, de ella parten crestas verticales, 7- el arco superciliar (torus supraorbitalis) muy pronunciado, 8-frente retraída, 8-zona lambdoidea aplanada, 10-marcada dolicocefalia.

De todos estos rasgos, los que A.P.Santa Luca (5) (que ha estudiado en detalle las diferencias óseas de los neanderthales con los hombres actuales) destaca más en el neurocráneo son: 1 - la fosita supraínica, 2 - la posición de la cresta mastoidea y 3 - la eminencia yuxtamastoidea.

Por lo que respecta a la cara, las diferencias más destacables son: 1. ausencia de protuberancia mental (eminencia mentoniana), 2. mandíbula poderosa, 3. arco cigomático aplanado, 4. borde infraorbitario redondeado, 5. falta la fosa canina, 6. presencia de un espacio retromolar, 7. nariz ancha, 8. cara proyectada hacia delante (fig.9).



Fig. 9. Cráneo de Gibraltar, correspondiente a un hombre de Neanderthal reciente (de unos 25 mil años). Sus rasgos no son tan primitivos como los cráneos arcaicos de esta misma especie. Es manifiesta su dolicocefalia y el torus supraorbitario bien marcado

En conjunto, el esqueleto de los neanderthales se caracteriza por ser más robusto que el del Homo sapiens moderno, el tronco, en proporción con las extremidades, es largo y las impresiones dejadas por las inserción de los músculos son más pronunciadas. Todo ello hace pensar que eran unos individuos de gran fuerza y con una morfología corporal favorable para defenderse del frío. La talla promedio en los varones era de 1,75 m y su peso se calcula que sería de unos 80 kg (fig. 10). La capacidad craneal media era superior a los 1.550 ml.



Fig. 10. Reconstrucción del aspecto que debía presentar un hombre de Neanderthal. Destaca su fuerte musculatura, aparece empuñando una lanza y lleva al hombro una piel para protegerse del frío

Estos caracteres morfológicos evolucionaron algo a lo largo de los 350 mil años de existencia de esta especie, por lo que es frecuente distinguir 3 períodos. Uno antiguo, hasta hace 130 mil años, otro medio, hasta hace unos 45 mil años y un tercero moderno, hasta la extinción, hace unos 25 mil años. En este último período los rasgos diferenciales del *Homo neanderthalensis* en relación con el hombre moderno serían menos pronunciados, lo cual no quiere decir que haya habido mestizaje entre estas dos especies. Los restos neandertales más próximos a nosotros se han encontrado en la cueva de Zafarraya (España) y su antigüedad es de 27 mil años (6).

Este tipo de estudios comparativos de los restos óseos neandertales y nuestros antecesores más inmediatos se pueden hacer con facilidad ya que se han encontrado en más de 70 yacimientos neanderthales diferentes, por lo que en la actualidad se cuenta con varios miles de huesos de esta especie y se han podido reconstruir más de 20

esqueletos completos de ambos sexos y de diferentes edades.

Los hombres de Neanderthal se extendieron por toda Europa y Asia occidental (fig.11A) A Europa llegaron hace más de 300 mil años, alcanzaron su apogeo hace 130 mil años, ya se distribuyeron desde España hasta Rusia y desde el Mediterráneo hasta los países escandinavos (7). Su emigración hacia Asia occidental fue bastante más tardía que la europea, pues los restos ahí encontrados datan de unos 80 mil años.

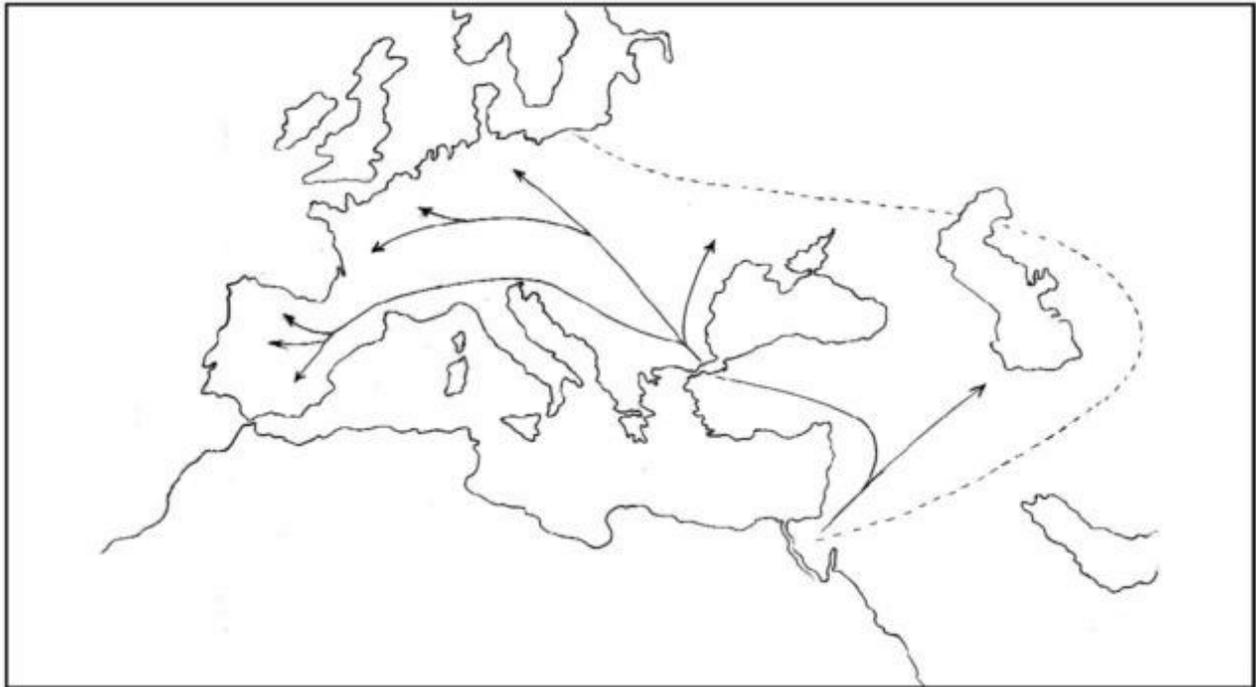


Fig. 11.A. Regiones ocupadas por los neanderthales y vías que siguieron en su emigración. En Europa llegaron hasta el sur de Inglaterra y Dinamarca y por el este se extendieron algo más allá del mar Caspio

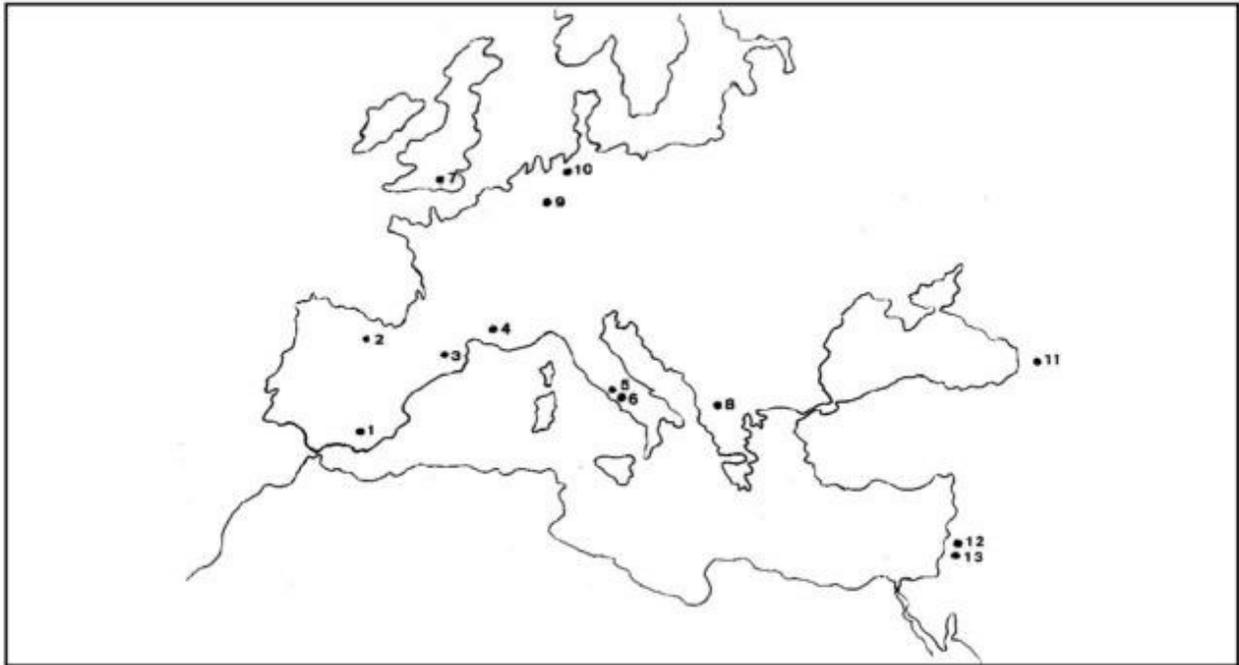


Fig. 11.B. Principales yacimientos en Europa, con indicación de su antigüedad (en millones de años): 1. Orce (1,2), 2. Atapuerca (de 0,8 al 0,1), 3. Arago (0,4), 4. Le Vallonet (0,4), 5. Ceprano (0,8), 6. Isernia (0,7), 7. Boxgrove (0,5), 8. Petralona (0,3), 9. Mauer (0,5), 10. Schoeningen (0,4), 11. Dmanisi (1,7), 12. Ubeidiya (1,5)

CULTURA DE LOS NEANDERTHALES

La cultura de los neanderthales es musteriense (Paleolítico medio), lo que quiere decir que era algo más avanzada que la del *Homo erectus* y de Heidelberg. La diversidad de instrumentos por ellos fabricados es mayor y mejor su terminación, utilizaron más materiales, aunque en escasa medida y esto ya en los últimos tiempos de su existencia: hueso, dientes, madera, conchas, etc. Aunque posiblemente fabricaron lanzas rudimentarias, insertando en uno de los extremos una punta de piedra, sin embargo no inventaron la jabalina que les hubiera permitido luchar a distancia con los animales que cazaban, mamuts, osos, renos, etc. (8). Muy posiblemente se cubrieron con pieles (no hay que olvidar, que una buena parte del período en que existieron coincidió con la última glaciación) pero, como no sabían curtir ni coser, el abrigo que les proporcionaban era muy escaso.

No se ha encontrado ningún resto que indique que los neanderthales fueran realmente sapientes: no fabricaron estatuillas ni objetos de adorno, no han dejado dibujos o pinturas rupestres, prácticamente todos los paleoantropólogos coinciden en que no hablaban (9) y no enterraban a sus muertos, al menos con una significación ritual (10), etc. Por otra parte, los avances en la industria lítica son insignificantes, teniendo en cuenta los 350 mil

años de su existencia.

Volviendo al tema de los enterramientos, los que opinan que sí enterraban a sus muertos, se basan en que en algunos lugares se han encontrado restos óseos cubiertos por una capa de tierra (11). Por otra parte, el esqueleto de un muchacho neanderthalense, descubierto en Irak, presentaba abundante polen depositado sobre sus huesos, y algunos lo han interpretado en el sentido de que el cadáver fue cubierto de flores (12). Tanto el hecho de enterrar los cadáveres como cubrirlos de flores indicaría que pensaban en un más allá y este pensamiento implicaría una inteligencia parecida a la nuestra. Sin embargo, los datos aducidos a favor de que los neanderthales enterraban a sus muertos tienen escasa solidez. Que los cubrieran con tierra tiene una explicación más sencilla que la creencia en el más allá: por experiencia sabían que a los pocos días de producirse la muerte el olor del cadáver hacía irrespirable el aire de la cueva. El polen encontrado sobre los huesos tiene también fácil explicación: la muerte se produjo en un período de polinización y se depositó polen sobre el cadáver.

CONDICIONES DE VIDA

La vida para los neanderthales debió de ser bastante dura, sobre todo en algunos períodos. Por un lado, el clima muy frío, por otro, sus escasos recursos para protegerse de él y del hambre (13). Así como los hombres de Cro-Magnon se refugiaron en cavernas y penetraron hasta zonas profundas de ellas, los neandertales sólo utilizaron abrigos formados en oquedades rocosas con un cierto techo o bien la entrada de las cuevas. Quizá este diferente comportamiento entre ambas especies se debiera a que los neanderthales no disponían de teas u otros medios para iluminar el interior de las cuevas y tenían miedo a la oscuridad.

Por otra parte, en los meses de invierno, con el suelo cubierto por la nieve helada era muy difícil que pudieran cazar y como no conocían la forma de conservar la carne y los frutos, obtenidos durante el verano y el otoño, las épocas invernales padecieron, sin duda, intenso hambre, siendo ésta una de las causas de su elevada mortalidad (14). De hecho, los restos óseos pertenecen en su gran mayoría a sujetos jóvenes y los más viejos apenas llegan a los 45 años.

Respecto a los desplazamientos, las opiniones varían de unos a otros autores. Para unos, los neandertales seguían la emigración de los animales que cazaban (15), para otros, permanecían en el mismo lugar (16).

DIETA

No es fácil conocer con exactitud cual era la dieta de los neanderthales. Se puede saber qué tipo de animales les servían de alimento, por los restos óseos se han encontrado junto o próximos a los de los comensales, y lo mismo se puede decir de los vegetales que dejan restos resistentes a la acción del tiempo, como cáscaras de nueces o avellanas o bien frutas que tienen pepitas o un hueso central. Ahora bien, la proporción entre carne y vegetales no es fácil de establecer, si bien, en la actualidad, mediante procedimientos radiométricos se consigue saber con una cierta seguridad la proporción de carne en la dieta. Así se ha estudiado en los restos óseos de dos neanderthales hallados en Vindija (Croacia), mediante los isótopos de C14 y N14. Según este estudio (17), que coincide con otros realizados en Francia y Bélgica, el porcentaje de alimentación cárnica debía ser del 80 al 90 por 100.

Esta alimentación, que para el hombre actual sería poco fisiológica, para los neanderthales era adecuada. En primer lugar, porque vivían en un clima muy frío, en segundo lugar, porque la esperanza de vida para ellos se encontraba por debajo de los 30 años, por lo que la posible arteriosclerosis no tenía tiempo de producir graves alteraciones

También se ha debatido la práctica del canibalismo por parte de los neanderthales. Algunos, como el prof. White (18) de la Universidad de California (Berkeley), no tienen duda alguna de que practicaron el canibalismo. El estudio ha sido efectuado en los huesos obtenidos en la excavación de Baume Moula-Guercy, dirigidas por el profesor A. Defleur, de Marsella. Han encontrado, en huesos neanderthales, incisiones producidas al descarnar y que son idénticas a las encontradas en los animales que les servían de alimento. Por otra parte, los huesos largos como el fémur, presentan signos de que fueron golpeados con piedras para fracturarlos y poder extraer la médula ósea amarilla, lo mismo que hacían con los de los animales.

No es extraño que, si no de forma ordinaria, al menos en situaciones de hambre recurrieran a sacrificar a sus congéneres y no podemos sorprendernos de ello ya que eso mismo han hecho los hombres modernos hasta no hace mucho (en África, en Centroamérica y México, hasta la época de la conquista).

Las hambrunas que padecieron los neanderthales se han podido comprobar en los dientes. En efecto, cuando los niños sufren durante una larga temporada hambre intenso, en el esmalte de sus dientes se forman unas estrías horizontales y éste es un hallazgo habitual entre los neanderthales (19). Algunos han comparado la vida de éstos con la que llevaban los esquimales, antes de que llegara a ellos algo de la civilización occidental.

¿HABLABAN?

Este es otro tema debatido (20), unos sostienen que hablaban como nosotros, otros niegan que articularan palabras y un tercer grupo adopta una posición ecléctica: piensan que hablaban pero con un lenguaje reducido y con una gran limitación para pronunciar ciertas vocales.

Cada uno apoya su opinión con diversos argumentos, pero para cualquiera de estas opiniones resulta difícil encontrar pruebas científicas sólidas con que defenderla y los que lo tienen más difícil son los que conceden a los neanderthales el don del lenguaje.

Ya cité dos ejemplos, al hablar en el capítulo 2 sobre las prevenciones ante determinadas afirmaciones en paleoantropología. Uno era el caso del hueso hioides y otro el del canal del nervio hipogloso. Apoyar la capacidad de hablar de los neanderthales en la semejanza del hioides neanderthal con los actuales y que la amplitud del canal del hipogloso sea la misma en ambas especies, no tiene la menor consistencia, ni resiste una crítica científica como ya se vio en el citado capítulo. Tampoco es sostenible la opinión de aquellos que se basan en la morfología de la base del cráneo. Según ellos, la base del cráneo de los neanderthales es muy parecida a la del Homo sapiens, pero otros autores, basados en la misma morfología llegan a la conclusión contraria, pues opinan que el espacio faríngeo y bucal era insuficiente para la articulación de las palabras. Y es que la opinión tanto de unos como de otros autores tiene poca base, puesto que los órganos que intervienen en la fonación y en la articulación de la palabra, al ser partes blandas, no se han podido conservar y los datos óseos de la base del cráneo y del paladar sólo proporcionan una información muy indirecta por lo que ésta puede ser interpretada de forma diversa.

Tampoco conocemos si los centros nerviosos que intervienen en el lenguaje habían alcanzado en los neanderthales el desarrollo adecuado para coordinar todos los elementos que intervienen en el lenguaje. Algunos paleoantropólogos han elucubrado sobre la impronta que la corteza de esos centros ha dejado sobre la superficie endocraneal de la calota, pero ni siquiera el frenólogo Gall se hubiera atrevido a decir nada sobre este tema, pues le hubiera parecido mera ficción, dado que, en el estado en que se encuentra el cráneo fósil y además en la mayoría de los casos fragmentado, es imposible juzgar con certeza si tales impresiones sobre el hueso han sido producidas por la corteza cerebral o se han debido a los diversos factores que también han intervenido alterando su superficie.

Con todo, el problema clave es si los neanderthales poseían la capacidad de pensamiento abstracto y de simbolización, necesarios para el lenguaje. Esto lo tratamos con más amplitud en los capítulos 7 y 8 al hablar del enigma del lenguaje y del problema

cerebro-mente.

RELACIÓN ENTRE NEANDERTHALES Y HOMBRES MODERNOS

En Europa los neandertales se extinguieron hace unos 25 mil años, por lo que coexistieron con los hombres modernos durante unos 10 mil años. ¿Qué relaciones hubo entre ambas especies? Los datos que poseemos parecen indicar que no hubo ningún tipo de relación: ni mestizaje, ni intercambio de instrumentos y técnicas de fabricación (21).

No hubo mestizaje, pues no se han encontrado restos con caracteres morfológicos de ambas especies. Ha habido cierta discusión en relación con el cráneo de un niño, de unos 5 años, descubierto en Lagar Velho, en Portugal. Es de una antigüedad de unos 25 mil años y aunque tiene una morfología neanderthalense, muestra algunos rasgos de hombre moderno: aspecto más globiforme del cráneo, frente no tan huida, toros supraorbitario menos pronunciado, etc. La mayor parte de los antropólogos consideran que no es un mestizo y que los posibles rasgos modernos son debidos a que se trata de un niño, que en todas las razas tienen una frente más vertical el cráneo más globiforme y los rebordes óseos menos pronunciados (22).

Recientemente el mestizaje se ha dejado fuera de discusión por los estudios de ADN mitocondrial. Los estudios genéticos en este punto han sido de gran utilidad, pues han puesto en claro datos que antes eran objeto de discusión.

DATOS DEL ADN EN LOS NEANDERTHALES

En varios restos óseos (hasta ahora se han estudiado 8 casos), se ha podido encontrar ADNm (en las fibras colágenas de los huesos) en un estado aceptable. En efecto, se han hecho comprobaciones para ver si era válido (pues, por efecto de diversas circunstancias, a lo largo de tantos años, se podía haber modificado) y se consideró perfectamente utilizable para ser amplificado y así poder compararlo con el ADNm de los sapiens antiguos y modernos.

Krings y col. (23) analizaron, en 1997, una secuencia de ADNm, de 360 pares de bases que la compararon con otra semejante de sujetos actuales (2.051 individuos). El rango de variación entre ambas secuencias es 4 veces mayor que la variación entre el Homo sapiens idaltu y el actual. El número de pares de bases diferentes, entre los neanderthales y los actuales dio un valor medio de 28, en cambio, entre los actuales (tomados de las diferentes razas) sólo había 8 variaciones de media. Por otra parte, la diferencia con los europeos actuales (con cuyos antecesores los neandertales tuvieron mayor proximidad territorial) fue de 28,2 y con los africanos fue de 27,7. A la vista de

estos resultados, los autores del trabajo llegan a la conclusión de que los neanderthales no contribuyeron al ADN de los hombres actuales y que el antecesor común se remonta a unos 600 mil años.

Si neanderthales y sapiens actuales son especies distintas, se explica que aunque vivieron en lugares cercanos, no hubiera relación de intercambio cultural, de ayuda, etc. (no se han hallado mezclados instrumentos característicos de ambas especies, ni cráneos con características de una y otra especie).

En marzo de 2000 se publicó el resultado obtenido con el análisis del ADN de un niño neanderthal hallado en el Cáucaso, de una antigüedad de unos 30 mil años (24). En este caso se analizaron 345 pares de bases y las diferencias con los actuales fueron algo menores que en el caso anterior: los cambios se encontraron en una media de 22 pares de bases, de las cuales 19 eran las mismas que en la investigación antes mencionada, lo cual indica que estaban genéticamente muy próximos aunque, en kilómetros, la distancia entre ellos era de más de 2.500.

Los resultados obtenidos en los otros 6 casos vienen a refrendar los que acabamos de describir.

SU EXTINCIÓN

La desaparición brusca de los neanderthales es un tanto llamativa: en un lapso de tiempo breve desaparecieron de todos los lugares por ellos habitados. Este hecho ha dado lugar a las más variadas hipótesis: desde que fueron aniquilados por los hombres modernos, hasta que fue una terrible pandemia la causante de su desaparición. De todas las posibles causas, una de las más importantes fue, sin duda el frío, con todas las consecuencias que comporta. En el New Scientist apareció este año una colaboración titulada: El intenso frío eliminó a los Neanderthales. Consecuente con el título, el artículo explica cómo el frío fue la causa principal de la extinción de los neanderthales. Un equipo de científicos: antropólogos, meteorólogos, geógrafos y geólogos, en número de 30 y dirigidos por T. van Andel (25), de la Universidad de Cambridge, reunieron y estudiaron un cuantioso material, biológico, ambiental y geológico del período comprendido entre los 40 y los 20 mil años anteriores al momento actual. Este material procedía de unos 400 yacimientos y estaba compuesto por restos óseos, utensilios, modelos climáticos, etc.

Entre las conclusiones a las que llegaron están: 1 - que durante ese período los cambios climáticos (dentro del período glacial) se sucedían con bastante rapidez, de tal forma que en el curso de una década la media de temperatura podía subir o bajar varios

grados; estos cambios tuvieron un efecto drástico sobre la flora y la fauna; 2 - los neanderthales y los sapiens modernos fueron emigrando desde los países nórdicos hacia las costas mediterráneas y del mar Negro. En la década de los 20 mil las bajas temperaturas alcanzaron su punto colmen lo que explica que los últimos en desaparecer fueran los neanderthales que se encontraban en las costas mediterráneas, cuyos restos presentan una antigüedad de unos 25 mil años.

Con los neanderthales perecieron también los homo sapiens antiguos, quedando escasos hombres modernos de los que llegaron de África hace unos 35 mil años. Son los que algunos denominan «hombres de las cavernas», con un grado de desarrollo superior a los antiguos (poseían javalinas, redes para pescar, mejores prendas de abrigo), lo que les permitió sobrevivir, si bien en un número muy-corto.-

Es natural que el frío fuera el causante más directo de la extinción de los neanderthales, pero indudablemente también influyeron las consecuencias derivadas del frío, como la muerte de muchos de los animales que servían de alimento a los neanderthales, por lo que al frío se unió el hambre, y el frío y el hambre provocaron una resistencia disminuida a las enfermedades infecciosas que, sin duda, ocasionaron una gran mortandad.

DISPARIDAD ENTRE DESARROLLO CEREBRAL Y DESARROLLO TÉCNICO-CULTURAL

Una cosa llamativa es que los neanderthalenses poseyeran un cerebro más voluminoso que el hombre actual y, sin embargo el desarrollo técnico-cultural que alcanzaron fue muy pobre.

¿Cómo es posible, que unos hombres físicamente bien dotados y con un cerebro que en la actualidad calificaríamos de aristocéfalo, en 350 mil años no dieran más que un paso insignificante?

Algunos, que consideran el desarrollo técnico y cultural dependiente del desarrollo cerebral, para explicar la paradoja de que el hombre actual, en 35 mil años haya dando un salto gi gantesco, mientras que los neanderthales en 350 mil sólo dieran un pasito, afirman que el grado de encefalización de los neanderthales, en el fondo, era ligeramente inferior al nuestro, pues hay que tener en cuenta que su masa corporal era mayor (26). Este argumento, que aparentemente puede parecer de algún peso, en realidad, no tiene ninguno. En efecto, la masa corporal sólo influye sobre el peso del cerebro si lleva consigo que las fibras nerviosas tengan una mayor longitud, y como la talla de los neanderthales era prácticamente la misma que la nuestra, ese factor hay que eliminarlo.

Factor que, por otra parte, sólo tiene importancia cuando la diferente longitud de las fibras es muy significativa como, por ejemplo, entre un ratón y un hombre. Como es bien sabido, el volumen cerebral depende, fundamentalmente de la extensión de las áreas de asociación, no de la masa corporal. La considerable extensión de tales áreas es el rasgo verdaderamente humano. Como más adelante veremos, la diferencia entre los neanderthales y los modernos no estriba en el peso cerebral sino en que poseen una naturaleza diferente.

LOS GIGANTES DE LA SAGRADA ESCRITURA Y LOS NEANDERTHALES

Los gigantes, de los que habla la Escritura en diversos lugares, constituyen también un enigma que quizá tiene algo que ver con los neanderthales. Como ya hemos dicho anteriormente, los neanderthales eran más altos y sobre todo más robustos que los hombres modernos, por lo que sus contemporáneos los debían considerar como gigantes. Así en Baruch (3, 26-27) se dice: «Hubo gigantes que existieron desde el principio, de gran estatura, concedores de la guerra. A estos no los eligió Dios». Y en el Génesis (6,4): «En aquel tiempo (del Diluvio) había gigantes».

Lógicamente, no tenemos ninguna base científica para asegurar que tales gigantes correspondían a los neanderthales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.KING, W., «The reputed fossil man of the Neanderthal», *Quart. Rev. Sci.*, 1, 1864, 83-97-
- 2.SMITZ, R.; SERRE, W. y SMITH, S. H., «The Neanderthal site revisited: Interdisciplinary investigations of skeletal remains from Neanderthal valley, Germany», *Proc. Ntl. Acad. Sci.*, 99, 2002, 13342-13347.
- 3.BOULE, M., «L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints», *Ann. Paleioanth*, 6, 1911, 370-393-
- 4.TRINKAUS, E., «The Neanderthal face evolutionary and functional perspectives on a recent hominid face», *J.Human Evol.*, 16, 1987, 429-443.
- 5.SANTA LUCA, A. P., «A re-examination of presumed Neanderthallike fossils», *J.Hum. Evol.*, 7, 1978, 169-636.
- 6.HUBLIN, J. Y cols., «The mustertian site of Zafarraya (Spain)», *Com. Rev. Acad. Sci.*, 321, 1995, 931-937.

- 7.KLEIN, R. G., «Whither the Neanderthals», *Science*, 299, 2003, 1525-1527-
- 8.KLEIN, R. G., «The riddle of coexistence», *Science*, 291, 2001, 725-729.
- 9.GIBBONS, A., «Neanderthal language debate», *Science*, 256, 1992, 33-34.
- 10.BENDITT, J., «Grave doubts: The Neanderthals may not have buried their dead after all», *Scientific American*, 260, 1989, 32-33.
- 11.AMBROSE, S. H., «Late pleistocene human population», *J.Human Popul.*, 34, 1998, 623-651.
- 12.SOLECKI, R., *Shanidar: The first flower people*, Nueva York, Knopf, 1971.
- 13.ZORICH, Z., «Who killed the Neanderthals?», *Anthropology*, 19, 2004, 4-12.
- 14.FARIA, J. R., «What happened to the Neanderthals. The survival trap», *Kiklos*, 53, 2000, 161-168.
- 15.FARIZY, G.; DAVID, F. y JAUBERT, J., «Hommes et bisons du paleolithic moyen à Mauran», *Centre Ntl. Res. Sci.*, París, 1994.
- 16.SHEA, J. J., «Neanderthal and early modern behavioral variability. Lithic evidence for hunting», *Curr. Anthropology*, 39, 1998, 80-87.
- 17.RICHARDS, M. P. y cols., «Neanderthal diet at Vindija and Neanderthal predation. The evidence from stable isotopes», *PNAS*, 97, 2000, 7663-7666.
- 18.DEFLEUR, A. y WHITE, T., «Cannibalism at Moula Guerry, Ardeleche, France», *Science*, 286, 1999, 128-131.
- 19.HILLSON, S. y ANTOINE, D., «Ancient bones and teeth on the microstructural level», en J.Peters (ed.), *Deciphering ancient bones. Documenta archaeologiae*, Rahden, Westdorf, Leidorf, 2003.
- 20.LIEBERMAN, P., «On Neanderthal speech and Neanderthal extinction», *Current Anthropol.*, 32, 1992, 409-415.
- 21.SERRE, D. y cols., «No evidence of Neanderthal mtDNA contribution to early modern humans», *PLOS Biol.*, 2, 2004, E 57.
- 22.DUARTE, C. Y cols., «The early upper paleolithic human skeleton from the abrigo

do Lagar Velho, Portugal», Proc. Natl. Acad. Sci., 96, 1999, 76047-76049.

23.KRINGS, M.; STONE, A.; POMBOL, S. y cols., «Neanderthal DNA sequences and the origin of modern humans», Cell, 90, 1997, 19-30.

24.OVCHINNIKOV, I. V. y cols., «Molecular analysis of Neanderthal DNA from northern Caucasus», Nature, 404, 2000, 990-993.

25.VAN ANDEL, T. A. y DAVIES, W, Neanderthals and modern humans during the last glaciation, Mc Donald Institute for Archeological research Publications, 2004.

26.FINLAY, B.L.; DARLINGTON, R. B. y NICASTRO, N., «Developmental structure in brain evolution», Behav. Brain Sci., 24, 2001, 263-208.

PARTE III

CAPÍTULO 6

Homo sapiens idaltu y Homo sapiens moderno

Son varios los nombres con los que se conoce al hombre de Cro-magnon: se le llama también Homo sapiens, Homo sapiens sapiens, hombre moderno, etc. Los que han propuesto la denominación de Homo sapiens sapiens aducen que es la forma de distinguirlo del Homo sapiens, con que también se designa al Homo neanderthalensis. Pero si sapiens indica la capacidad de pensar, de razonar, no se puede ser pensante por partida doble. Por otra parte, como ya se ha dicho antes, muchos no atribuyen el carácter de sapiens al hombre de Neanderthal. Por tanto, la denominación que voy a utilizar es la de Homo sapiens idaltu y Homo sapiens moderno, distinguiendo así los dos diferentes períodos en la existencia de nuestros inmediatos antecesores. En el primer período, es decir, el del Homo sapiens idaltu, los rasgos somáticos y cerebrales de sus hombres todavía no eran los definitivos, en el segundo período, mucho más breve, es cuando el hombre adquirió la naturaleza racional.

HOMO SAPIENS IDALTU

Según la mayor parte de los paleoantropólogos el Homo sapiens idaltu procede del Homo erectus o de su hermano el Homo ergaster y no del hombre de Neanderthal ni del de Heidelberg (1). Algunos, aunque no niegan su origen del Homo erectus, piensan que es a través del hombre de Heidelberg. Otros como Arsuaga (2), opinan que procede del H. antecesor. Los estudios genéticos han demostrado con claridad que tanto el Homo sapiens idaltu como el Homo heidelbergensis proceden de un antecesor común que existió hace unos 600 mil años.

El Homo sapiens idaltu comenzó su existencia hace unos 160 mil años y el lugar de origen fue el África oriental (3). Los que admiten un origen plurirregional del hombre aunque no niegan que apareciera primeramente en África, piensan que también se originó, independientemente, en Asia y en Europa, sin embargo, los argumentos que aducen no son los más convincentes. Por una parte, es en Etiopía (en Herto) donde se han encontrado los restos óseos más antiguos del homo sapiens idaltu, mientras que los que han aparecido en otras partes son más modernos, y, por otra, los aparecidos fuera de África marcan los hitos de colonización de las diferentes partes del mundo por estos antecesores nuestros provenientes del continente africano (4). Desde Etiopía, una de las vías de emigración fue hacia Suráfrica (se han encontrado restos con una antigüedad de unos 100 mil años) y la otra hacia Egipto y de ahí, unos siguieron por el norte de África

y otros se encaminaron hacia Palestina. Es en este territorio, en Qafzeh (5), donde se han encontrado los restos más antiguos fuera de África, su antigüedad es de unos 115 mil años. De aquí hubo dos corrientes de emigración: una, por Turquía, llegó a Europa y otra pasó hacia Asia (continente en el que se han encontrado restos de una antigüedad de 68 mil años), y de allí a Australia donde debieron llegar hace unos 60 mil años (los restos hallados en el lago Mungo tienen una antigüedad de 62 mil años). Por lo que respecta a Europa, el estudio del genotipo (22 marcadores) de 1.007 europeos varones, mostró que el 80% provienen de unos antecesores que llegaron a Europa hace unos 40 mil años y el 20% restante de otra emigración que alcanzó Europa hace unos 10 mil años (6). Los cráneos de Herto, aunque su morfología corresponde al hombre moderno, tienen rasgos que recuerdan al hombre de Neandertal o, si se quiere, al Homo erectus (7): Presentan un reborde supraorbitario más marcado que el hombre actual (fig.12), los huesos del cráneo son más gruesos, aunque la capacidad craneal (unos 1.400 ml), es igual o ligeramente superior a la media actual y con una morfología predominantemente dolicocefala. Por lo que respecta a lo técnico-cultural, el período que va desde 160 mil años a 35 mil se puede considerar que presenta un ritmo de progreso semejante al que consiguieron los hombres de Neanderthal. Pasaron simplemente del Paleolítico medio al superior, caracterizado éste por una mayor variedad de utensilios, el aprovechamiento de materiales más variados, vestidos más apropiados para el abrigo, con técnicas de caza más sofisticadas, etc., pero ninguna de estas cosas supuso una innovación que hiciera pensar en un cambio en la naturaleza del hombre. Por eso a este hombre se le suele distinguir del actual con la designación de Homo sapiens idaltu (idaltu significa antiguo en el habla donde fueron descubiertos esos cráneos).



Fig. 12. Cráneo de Homo sapiens idaltu. Su morfología es semejante a la del Homo sapiens moderno, si bien presenta algunos rasgos más primitivos como son: arco superciliar más prominente y huesos craneales más robustos que el hombre actual

HOMO SAPIENS MODERNO

Respecto al origen del Homo sapiens moderno, la opinión de la mayor parte de los autores es que también tuvo lugar en el Este africano y desde allí, y en poco tiempo, se extendieron a todos los continentes (fig.13), incluso al americano, por el estrecho de Behring, hace unos 18 mil años aproximadamente. La colonización de Europa tuvo lugar hace unos 40 mil años (8).

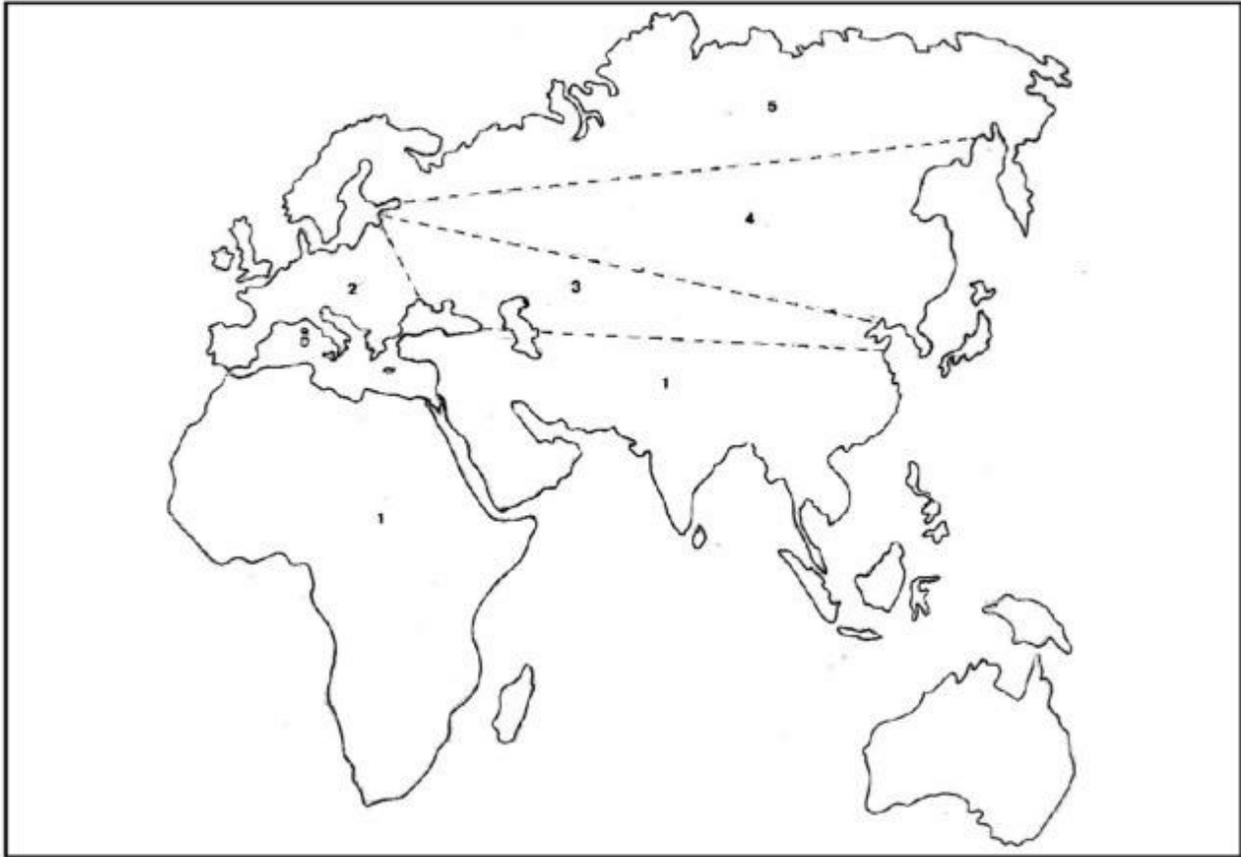


Fig. 13. Vías de emigración y territorios del Viejo continente colonizados por el Homo sapiens moderno. Los números indican las regiones que sucesivamente fueron ocupando

CAMBIOS FÍSICOS

Los cambios físicos experimentados por el hombre moderno con respecto al idaltu fueron mínimos. Tanto la morfología facial y el volumen encefálico, como la estatura, peso y longitud de los miembros fueron prácticamente los mismos. Puestos a analizar, en el hombre moderno desaparecieron los rasgos que en el idaltu recordaban al Homo erectus: el grosor de los huesos craneales, el reborde supraorbitario y la cara menos achatada (fig. 14) En cuanto a la altura y volumen encefálico eran, posiblemente algo menores en el hombre moderno que en el idaltu.



Fig. 14. Vista lateral del cráneo de un hombre de Cro-Magnon. Su morfología es igual a la de los cráneos actuales

CAMBIOS PSICOLÓGICOS

Si con respecto a los caracteres físicos, apenas hubo cambios entre el hombre idaltu y el moderno, en cambio, en el aspecto psicológico sí que se dieron cambios notables.

Lo que llama la atención, en primer lugar, son las descubrimientos que se sucedieron de forma explosiva y continuada. En efecto, desde hace unos 40 mil años se encuentran útiles mucho más variados y de forma más sofisticada: arpones, flechas, arcos, con una terminación más fina y elegante (fig. 15 A, B). Por, otra parte, los materiales utilizados fueron más variados: hueso, astas, marfil, etc. Aparecieron los primeros adornos, en forma de cuentas, conchas, colmillos, etc. Así mismo, a partir de esa fecha comienzan las primeras manifestaciones artísticas: dibujos, pinturas, halladas en múltiples sitios (un ejemplo acabado de ellas se puede admirar en la cueva de Lascaux, en Francia (fig. 16), y Altamira, en España (fig. 17), con una antigüedad comprendida entre 30 y 15 mil años, estatuillas, etc. Estas manifestaciones artísticas, además de una habilidad extrema, manifiestan una gran capacidad de esquematización, ya que en ocasiones no son figuras

copiadas de la realidad sino dibujos lineales que reflejan con exactitud lo esencial de las figuras reales que buscan representar (9). Por otra parte, el tipo de enterramientos, con adornos y objetos de uso personal y diversos utensilios, indica su creencia en el más allá (10).

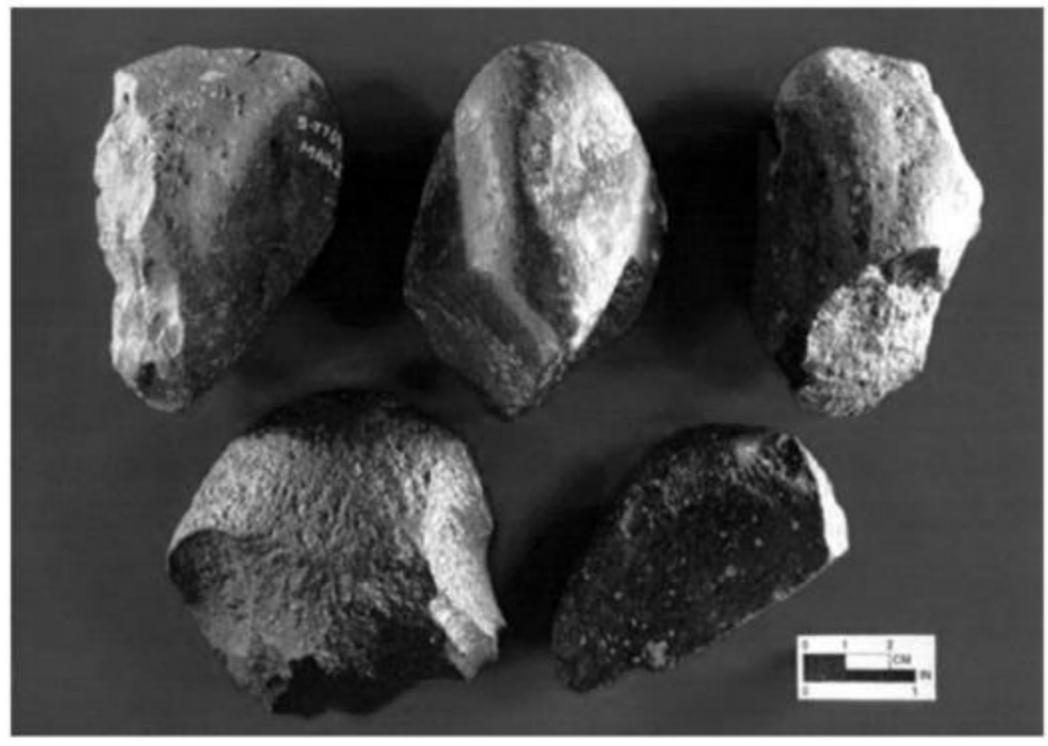
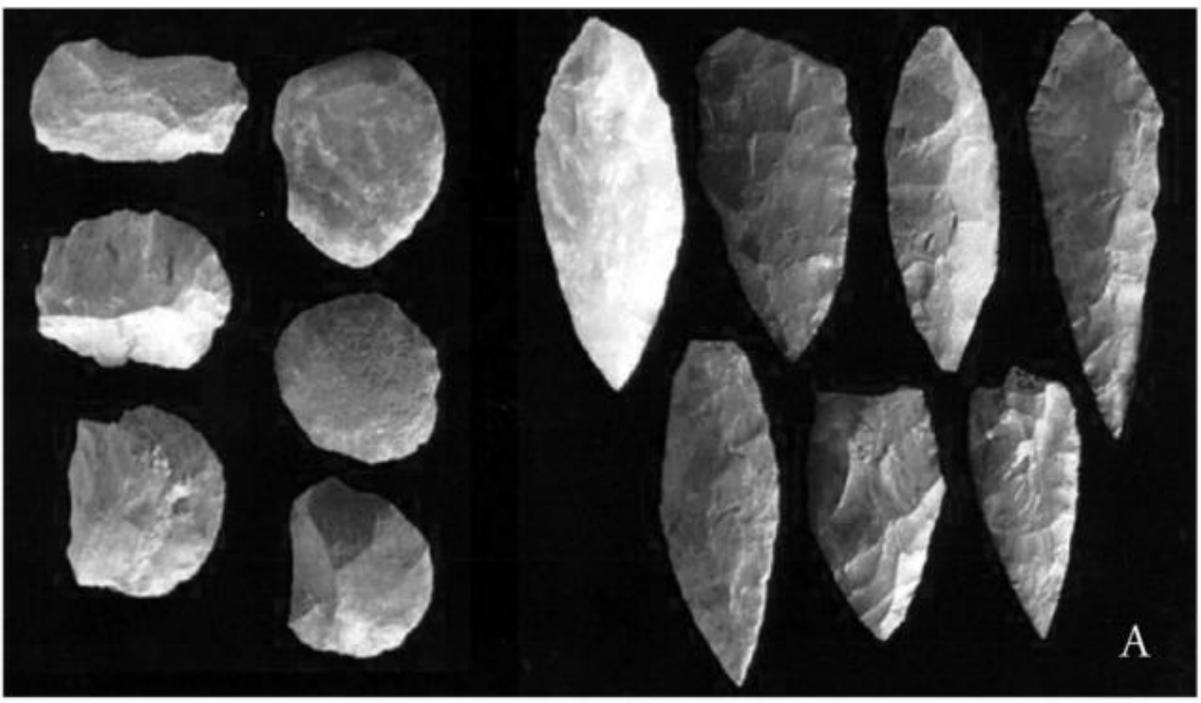


Fig. 15. Colección de utensilios de piedra: puntas de flecha, buriles, raspadores, etc., tallados bifacialmente. Pertenecen al Paleolítico superior (A). Compárese su perfección con la de los útiles del Paleolítico inferior (B)



Fig. 16. Cabeza de toro, cueva de Lascaux. Es manifiesta la perfección del dibujo

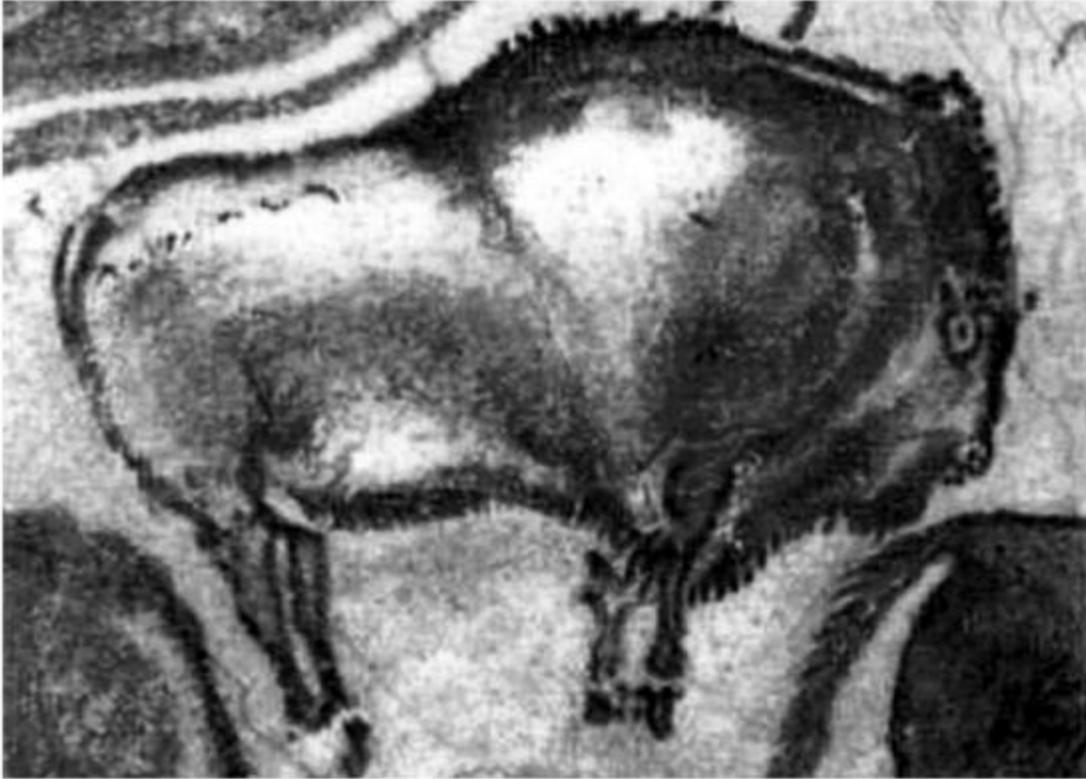


Fig. 17. Arte rupestre: figura perfecta de un bisonte de la cueva de Altamira. En ésta, como en otras figuras, los artistas aprovecharon los salientes de la pared para dar la impresión de relieve

En Ohalo (Israel) se ha hallado una red de pescar datada en 25 mil años. Enseguida descubrieron los metales y comenzaron a domesticar animales: el perro (Siberia) lo consiguieron hace ya unos 15 mil años, la de la cabra y oveja (Turquía e Irán), hace aproximadamente 10 mil años (11, 12). El primer escrito que se conserva procede de Jiahn, China y tiene 8 mil seiscientos años; los más antiguos de Egipto datan de 5 mil cuatrocientos años. El arroz se cultivaba ya en Sorori (Corea) hace 13 mil años.

En cuanto a la utilización de los metales, el primero en utilizarse fue el cobre, en Irak, hace unos 9 mil años, algo posterior es el estaño y la aleación de ambos, el bronce, data de unos 4 mil quinientos años (Siria). La utilización del hierro fue bastante posterior a la de los metales antes mencionados, pues se le atribuye una antigüedad de 3 mil cien años (13).

Entre los asentamientos, el de Jericó es uno de los más antiguos, se estima que tiene una antigüedad de 7 mil años y una población superior a los 2 mil habitantes. Entre las zonas en las que se han encontrado los poblados y ciudades más antiguas, además de Palestina, están: Líbano, los valles del sur de Anatolia, en los montes Elburr en las

inmediaciones del mar Caspio y, sobre todo, en Mesopotamia (Irak) (fig. 18).



Fig. 18. Los círculos corresponden a las poblaciones o ciudades más antiguas, que se encuentran, como se puede observar, en las regiones de Sumeria, Elam y Canaán. La mayor densidad de asentamientos tuvo lugar en las riveras del Tigris y Eúfrates. 1. Eridu, 2. Ur, 3. Nippur, 4. Surupak, 5. Babilonia, 6. Sippar, 7. Larsa, 8. Lagach, 9. Umma, 10. Akkad, 11. Asur, 12. Susa, 13. Jericó

Dando un buen salto, y situándonos en la época actual, el hombre domina lo microscópico con la Física atómica y la Bioquímica molecular, surca el espacio, llegando a hollar la luna y a poner satélites en planetas muy lejanos, y puede comunicarse, en un instante, con cualquier rincón del mundo navegando por internet. En definitiva, en 40 mil años, con un ritmo progresivamente acelerado, se han producido unos cambios asombrosos, que no tienen nada que ver con los que tuvieron lugar desde que apareció el Homo habilis hace dos millones y medio de años, hasta la aparición del hombre de Cro-magnon.

EL ENIGMA DEL HOMO SAPIENS IDALTU Y DEL HOMO SAPIENS MODERNO

Según hemos comentado más arriba, tanto por la morfología como, sobre todo, por

las realizaciones, el Homo sapiens ha pasado por dos épocas totalmente diferentes: la primera, desde su origen, hace unos 160 mil años, hasta hace unos 40 mil años, y, otra, desde esta fecha hasta el momento actual. En la primera época, con una duración unas 3 veces mayor (120 mil años) que la segunda, se podría decir que su comportamiento fue similar al del hombre de Neanderthal. En efecto, en ese largo período sólo consiguió avanzar del Paleolítico medio al superior, algo parecido a lo conseguido por los neandertales que superaron el Paleolítico inferior y alcanzaron el medio. En cambio, en la segunda época, de sólo 40 mil años, del Paleolítico superior se ha llegado a la situación científica, técnica y cultural de la actualidad. Este comportamiento tan distinto en las dos épocas de la existencia del hombre moderno apuntan a un cambio de naturaleza, como ya hemos avanzado antes. Este cambio de naturaleza, ¿es un paso más en la evolución?

EL PASO DE HOMBRE IRRACIONAL A RACIONAL

Este paso de irracional a racional no ha podido ser un paso más en el proceso evolutivo, ha sido un salto cualitativo: ha necesitado la intervención de Dios.

El salto cualitativo y la consiguiente intervención de Dios no es admitida por los materialistas, que niegan el carácter espiritual del hombre y no conocen o niegan la existencia de Dios. Atribuir al cerebro el salto cualitativo en el comportamiento del hombre ya hemos demostrado que no tiene ningún fundamento. Según ese principio, la aparición del hombre moderno más bien debería haber comportado un retroceso.

Ya he señalado anteriormente que las innovaciones en la industria lítica desde el Homo habilis hasta el Homo sapiens idaltu se debieron a descubrimientos casuales, que después fueron repetidos, por imitación, a lo largo de sucesivas generaciones.

Algo similar debió ocurrir con la producción del fuego, que comenzó hace unos 800 mil años (14). El primer fuego fue el provocado por rayos, que cayeron sobre material combustible, provocando incendios. Después el Homo erectus aprendió a producirlo, pero lo aprendió de forma casual: golpeando entre sí dos piedras de sílex se produjeron chispas, que al caer sobre hierba seca la hicieron arder. En lo sucesivo (casi hasta nuestros días) se ha repetido, con variantes, esta maniobra para producir fuego.

En conclusión, se puede decir que hasta el Homo sapiens moderno no hubo intencionalidad propiamente dicha, y que ésta apareció cuando el Homo sapiens pasó de criatura irracional a racional.

Por la fe sabemos que Dios creó el hombre racional: «Dijo Dios: hagamos el hombre

a nuestra imagen, según nuestra semejanza» (Gén. 1, 26). Dios es espíritu, luego la única semejanza posible del hombre con Dios es la espiritual. Así pues, el hombre, además de lo somático tiene que poseer un espíritu. Los que admitimos un verdadero cambio de naturaleza en el hombre actual y la necesaria intervención de Dios, vemos la perfecta congruencia entre la fe y la ciencia, como explicaremos en el último capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

1. GIBBONS, A., «Oldest members of *Homo sapiens* discovered in Africa», *Science*, 300, 2003, 1641-1642.
2. ARSUAGA, J. L. Y MARTÍNEZ, L., *La especie elegida*, Barcelona, Círculo de Lectores, 1998.
3. WHITE, T. D. y cols., «Pleistocene *Homo sapiens* from middle Awash, Ethiopia», *Nature*, 423, 2003, 742-747.
4. STRINGER, Ch., «African exodus: The origins of modern humanity», en T.D. Hublin (ed.), *Human roots: Africa*, H. Holt & Co., 1997.
5. CAVALLI-SFORZA, L., «Genes, pueblos y lenguas», *Investigación y Ciencia*, 184, 1992, 4-11.
6. MOORE, A. M. T., «Jabel Qafzeh cave», en *The neolithic of the Levant*, Oxford Univ. Press, 1978.
7. SWISHER, H.; RINK, W. J.; WIDIASMORO, M. Y Cols., «Latest *Homo erectus* of Java. Potential contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia», *Science*, 274, 1996, 1870-1874.
8. HOFFEKER, J., «Human evolution and the colonization of higher latitudes», 34th Ann Intern Artic Workshop, 2004-12-04.
9. LOCK, A. Y PETERS, Ch., *Handbook of symbolic evolution*, Oxford Sci. Public., Oxford, Clarendon Press, 1996.
10. SERPELL, J., «Pet-keeping and animal domestication: An reappraisal», en Chitton-Brock (ed.), *Patterns of domestication*, Londres, Unwin Hyman, 1989.
11. LEVINE, M. A., *Domestication, breed diversification and early history of horse C*, Cambridge Univ. Press, 1999.

12. GIBSON, K. R., Tools, language and cognition in human evolution, Cambridge Univ. Press, 1993.
13. TAYLOR, A., The invention of fire, Univ. Queensland Press, 2001.
14. RIGHTMARE, G., The evolution of Homo erectus, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1990.

CAPÍTULO 7

El enigma del lenguaje

Más arriba hemos dicho que es arriesgado inferir, basados sólo en los restos óseos, cuándo comenzó a hablar el hombre, puesto que tales restos apenas nos proporcionan datos sobre este punto. Sin embargo, recientemente la genética ha aportado un dato muy interesante: el gen FOX P2, tiene gran importancia en el desarrollo y normal funcionamiento de los centros nerviosos que intervienen en el lenguaje, por ello se le suele llamar el gen del lenguaje. Este gen no existe en los primates no humanos y en el hombre su aparición es reciente, como a continuación vamos a ver.

EL GEN FOX P2

En una familia alemana (1-2), varios de sus miembros presentan serios trastornos del lenguaje, no sólo por la dificultad en la articulación de las palabras (dispraxia verbal) sino también en la sintaxis y en la correcta cadencia de las frases.

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología y Evolución, en Leipzig, comprobaron que los sujetos afectados por estos trastornos presentaban una alteración en el gen FOX P2. Estudios de neuroimagen (3,4) dieron a conocer que tales enfermos tenían alteraciones en los ganglios basales, por lo que cabe suponer que la alteración génica es la responsable de la neurológica. La conclusión de Pbo y su equipo (que fueron los que descubrieron esta alteración génica) parece bastante lógica: la mutación en el gen FOX P2 produce alteraciones neurológicas en los centros nerviosos que intervienen en el lenguaje y, como consecuencia, las personas que padecen tal alteración presentan dificultades para hablar.

LA COMUNICACIÓN POR SEÑALES

Que el lenguaje no apareciera hasta una época reciente no quiere decir que hasta ese momento el hombre no pudiera comunicarse con sus semejantes. La comunicación por señales se da hasta en los insectos. K. von Frisch (5) estudió durante más de 20 años el comportamiento de las abejas y pudo comprobar, experimentalmente, que disponen de un preciso procedimiento de comunicación. Mediante el tipo de danza y de sonidos producidos por las alas, comunican a sus compañeras con gran precisión, dónde, en qué dirección y a qué distancia, han encontrado flores.

B.Heinrich estudió la forma de comunicarse los cuervos graznadores y observó que, según el tono, la intensidad y la secuencia de los graznidos podían comunicar a sus congéneres no sólo la presencia sino también la naturaleza de animales extraños y donde habían encontrado alimento.

La comunicación por señales donde experimenta un verdadero salto es en los primates no humanos: por la variedad de sonidos y sobre todo de gestos mediante los cuales no sólo alertan ante un peligro, sino que indican de qué clase de peligro se trata: de una serpiente, de una pantera o un leopardo. Por otra parte, la comunicación gestual les sirve para indicar el grado de aceptación o rechazo, la situación física en que se encuentran, etc. (6). Sin embargo, la comunicación mediante señales, por muy sofisticadas que éstas sean, es algo muy distinto al lenguaje. El lenguaje es comunicación pero de una naturaleza muy superior a la de señales, puesto que con él podemos expresar sentimientos, afectos y pensamientos. No cabe duda de que la capacidad expresiva del lenguaje es muy diversa de unos individuos a otros, dependiendo, en primer lugar, de la profundidad de su pensamiento, pero también de la finura de los sentimientos y de la afectividad, sin olvidar que la riqueza de vocabulario y conocimientos sintácticos son, así mismo, factores importantes. Pero aún admitida esta diversidad en la capacidad de expresión hablada, es evidente que el lenguaje supone un notable salto con respecto a las señales y que, en principio, hay que unirlo al cambio de naturaleza del hombre.

El lenguaje hablado se acompaña con frecuencia, y se complementa, con el lenguaje mímico de cara y manos. La mera expresión por palabras resultaría fría e indicaría pobremente el estado de ánimo, la alegría la tristeza, el sufrimiento, si no fuera acompañada de la expresión de la cara y los movimientos de las manos y del timbre, tono e intensidad de la voz.

MECANISMOS QUE INTERVIENEN EN EL LENGUAJE

En el lenguaje hay dos niveles operacionales, por un lado, las facultades que se sirven del lenguaje y, por otro, los órganos que intervienen en el habla. El primer nivel, como veremos más adelante, es metaneuronal, el segundo, neuromuscular. A su vez, en este último también se pueden distinguir dos niveles: el central (cerebral) y el periférico, correspondiente al aparato de la fonación.

Los primeros centros cerebrales que se relacionaron con el habla son las llamadas áreas corticales del lenguaje (de Broca y de Wernicke) descritas ya a finales del siglo XIX (fig.19).

Broca, neurólogo francés, tuvo ocasión de examinar un paciente (año 1861), que

había perdido la capacidad de articular las palabras aunque el aparato de fonación (la laringe y su innervación) era normal. Entendía perfectamente lo que se le decía, pero sólo podía comunicarse por escrito. En la necropsia, se vio que una zona de la corteza cerebral, la correspondiente a las áreas 44 y 45 de Brodmann, estaba necrosada. A esta área atribuyó Broca el control motor de la fonación (7). Otros casos posteriores vinieron a confirmar la observación de Broca.

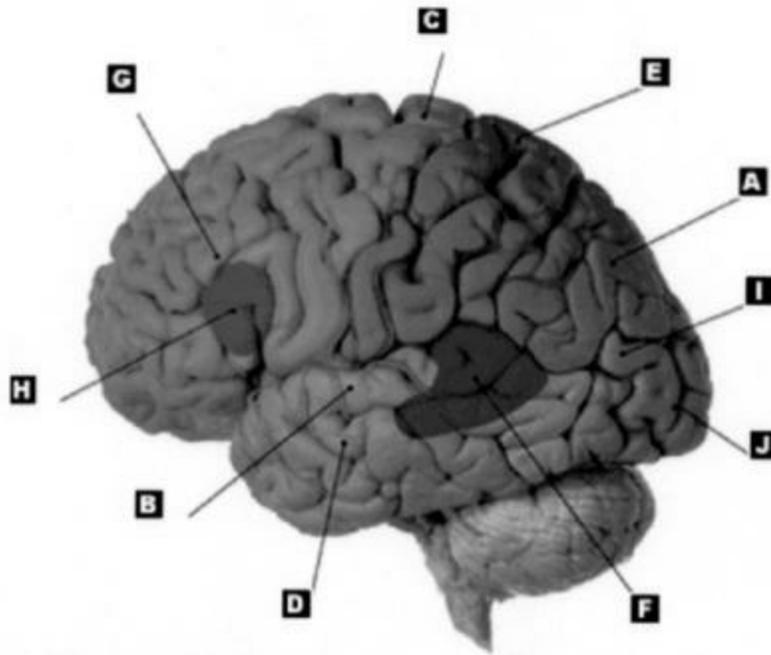


Fig. 19. Vista lateral del hemisferio cerebral izquierdo (dominante en el lenguaje). En diferentes grises aparecen los lóbulos frontal (G), parietal (E), occipital y temporal (D). Sobre el lóbulo frontal se ha proyectado el área de Broca (H) (corresponde a las áreas 44 y 45 de Brodmann) y, sobre el temporal, la de Wernicke, (F) (en ella confluyen las áreas 39, 40 y 42 de Brodmann)

Unos años más tarde, Wernicke (1874), describió otro caso con alteración del lenguaje pero de naturaleza distinta al de Broca. El paciente de Wernicke hablaba con fluidez pero no se entendía lo que quería decir, pues utilizaba palabras que no correspondían a lo que deseaba expresar y la sintaxis tampoco era correcta (8). En el caso de Wernicke la lesión estaba localizada en el córtex angular, que corresponde a las áreas 39 y 40 de Brodmann (área del lenguaje de Wernicke). A esta alteración del lenguaje se la ha denominado jergafasia, pues la forma de expresarse de los pacientes es una jerga ininteligible. Ambas áreas del lenguaje, la de Broca y la de Wernicke, se encuentran en el 90% de los casos en el lado izquierdo, es decir, hay una dominancia cerebral izquierda.

Estos hallazgos anatomopatológicos de Broca y Wernicke han sido confirmados mediante estudios de neuroimagen: la PET (Proton Emission Tomography) y la RMf (Resonancia Magnética funcional) (Fig. 20). Tales técnicas permiten observar in vivo las áreas corticales que se activan cuando el cerebro interviene en diversas funciones, en el caso concreto del lenguaje, cuando el sujeto observado escucha, habla o piensa frases (9) (fig. 21). Con estas técnicas se ha podido comprobar que, además de las áreas de Broca y Wernicke, intervienen otros centros nerviosos, principalmente el complejo estriado.

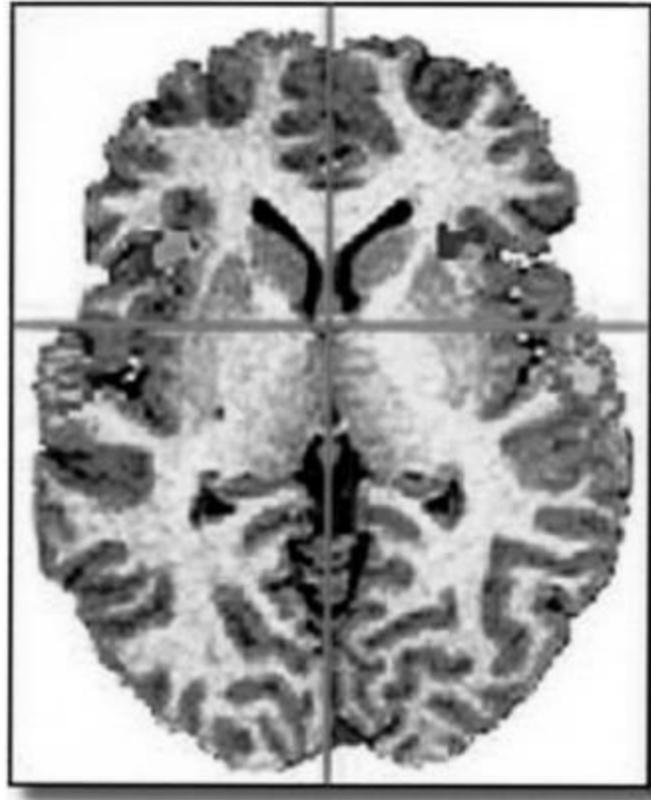


Fig. 20. Corte horizontal de un cerebro humano (PET) en el que aparecen activadas las áreas del lenguaje, tanto la de Broca (anterior) como la de Wernicke (posterior)

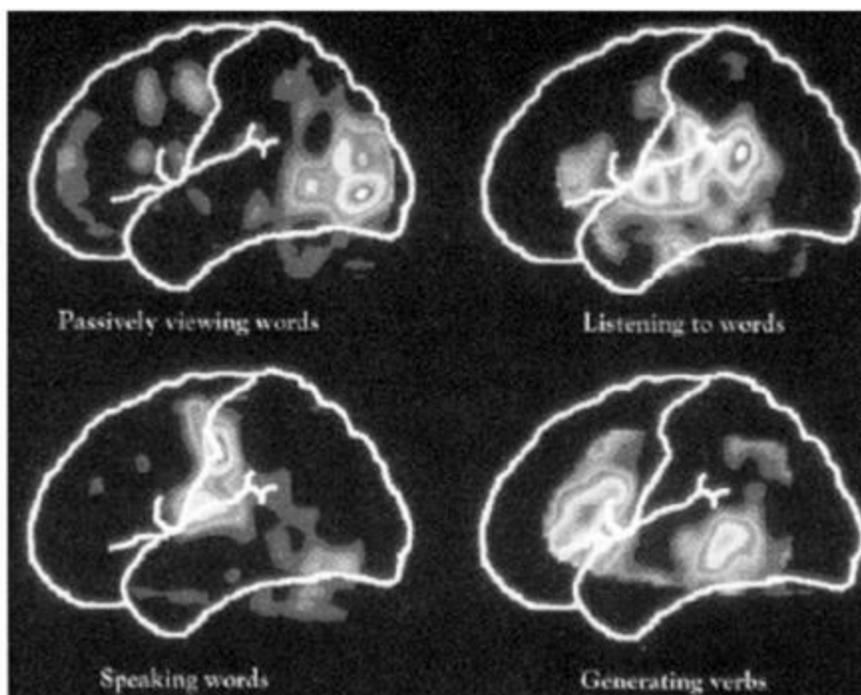


Fig. 21. Cuatro imágenes de un mismo cerebro (hemisferio izquierdo), obtenidas por PET. En la primera aparece la zona que se activaba cuando el sujeto leía palabras; en la segunda cuando oía palabras, en la tercera cuando él mismo las pronunciaba y, en la cuarta, cuando pensaba frases

CÓMO SURGIÓ EL LENGUAJE

La primera pregunta que cabe plantearse es si el lenguaje surgió de forma progresiva o bien repentinamente. A primera vista, parece más lógico que surgiera de forma progresiva: primero un lenguaje muy limitado en cuanto a capacidad y forma de expresión (por poseer un corto número de palabras, una sintaxis rudimentaria y dificultad para la pronunciación de determinadas vocales) y, después, paulatinamente, se fue haciendo mas perfecto. En cierto modo cabe suponer que evolucionaría de forma parecida a lo que sucede cuando uno aprende un idioma: el número de palabras que se utilizan es cada vez mayor, la sintaxis más adecuada y la pronunciación más correcta. El lenguaje primitivo era suficiente para comunicar las necesidades vitales, comer, beber, dormir, dolor, alegría. Poco a poco, de esas necesidades elementales se pasaría a expresar lo que pensaban, o bien a comunicar situaciones de ánimo más complejas, en definitiva, el hombre no sólo cubre con el lenguaje lo que se consigue expresar mediante señales, sino que también le permite comunicar su intimidad.

Esta concepción del lenguaje, como algo conseguido por pasos sucesivos, implica a su vez una concepción puramente neuromuscular de este medio de expresión (10), es

decir, el hombre fue progresando en su lenguaje en la medida que los órganos que intervienen en la fonación y los centros nerviosos que los coordinan adquirieron el desarrollo definitivo (11).

Tal hipótesis llevada al extremo nos recuerda la afirmación de Watson, padre del conductismo: cuando el hombre dispuso de un aparato adecuado para la fonación, comenzó a hablar y el lenguaje le permitió pensar (12).

Frente a esta concepción, está la que admite que el lenguaje no es sino una de las manifestaciones de la mente humana, por tanto, el hombre comenzó a hablar cuando fue capaz de pensar (13), en definitiva, cuando su naturaleza animal pasó a ser racional. Este paso, lógicamente no fue progresivo, no comenzó siendo escasamente racional y paulatinamente se hizo más racional: o se es racional o no, aquí, una vez más, se da la ley del todo o nada. Al decir que el hombre, primero, fue capaz de pensar y subsiguientemente comenzó a hablar no quiere decir que ya desde el primer momento tuviera un lenguaje plenamente desarrollado. La perfección del lenguaje fue progresiva, lo que sucedió repentinamente fue su paso a persona, a ser racional y a que dispusiera potencialmente de la capacidad de hablar.

¿CUÁNDO COMENZÓ A HABLAR EL HOMBRE?

Por lo que acabamos de ver se puede responder que tuvo lugar cuando fue cambiada su naturaleza, pasando de irracional a racional. Esto quiere decir que hasta que no aparecieron las manifestaciones artísticas, simbólicas, de creencia en un más allá, etc., propias del Homo sapiens moderno, no hubo lenguaje. Tales manifestaciones son patentes a partir de hace unos 35 mil o 40 mil años, por lo que, en principio, no es arriesgado afirmar que la antigüedad del lenguaje es de esa época (14).

No todos opinan lo mismo. Algunos piensan que ya el hombre de Heidelberg poseía un lenguaje y muchos afirman que el hombre de Neanderthal hablaba, aunque de una manera limitada e imperfecta (15). Estas hipótesis que sostienen que el lenguaje comenzó entre 600 y 300 mil años no tienen ningún dato medianamente consistente en el que apoyar tal suposición.

Desde hace unos años poseemos, como antes hemos mencionado, una pista bastante segura que es el descubrimiento del gen FOX P2, conocido como el gen del lenguaje. Este gen debió aparecer en la especie humana, según los cálculos del equipo de P - bo, hace menos de 120 mil años (4).

Tal fecha aproximada, no quiere decir que el hombre hablara ya a partir de ese

momento, lo más correcto es pensar que a partir de esas fechas ya disponía del aparato adecuada para poder hablar pero que todavía no tenía nada que decir. De hecho, algunos como Pinker no dan al lenguaje una antigüedad superior a los 50 mil años.

En mi opinión, el cambio de naturaleza supuso una serie de modificaciones somáticas previas, que hicieron apto el cuerpo para que fuera animado por un alma espiritual. Tales cambios no tuvieron por qué ocurrir instantáneamente en el mismo momento que Dios infundió un alma espiritual en el Homo que todavía mantenía su naturaleza animal. Muy posiblemente, el Homo sapiens arcaico fue cambiando paulatinamente (por sucesivas mutaciones genéticas) su morfología y estructura hasta adquirir los caracteres del homo sapiens moderno. Ahora bien, el cambio de naturaleza, vuelvo a repetir, fue un hecho instantáneo y consecuencia de ese cambio adquirió, también instantáneamente, la capacidad de hablar.

MECANISMOS EJECUTOR Y DIRECTOR DEL LENGUAJE

En el lenguaje hay implicados dos diferentes mecanismos, a los que de una forma indirecta me he ido refiriendo en páginas anteriores pero que, ahora, me parece oportuno tratar de forma más directa. Uno es el que podríamos denominar ejecutor y otro el director. El ejecutor está constituido por todos los elementos que intervienen en la fonación, no sólo los implicados en la articulación de las palabras sino también los centros nerviosos encargados de controlar e integrar la acción de todos los músculos que toman parte en la fonación (16). Este mecanismo, con ser indispensable, no es el más importante, equivaldría a una máquina parlante (fig 22). El verdaderamente importante es el mecanismo director o, si se quiere, pensante: éste es el que da contenido y sentido a lo que se habla.

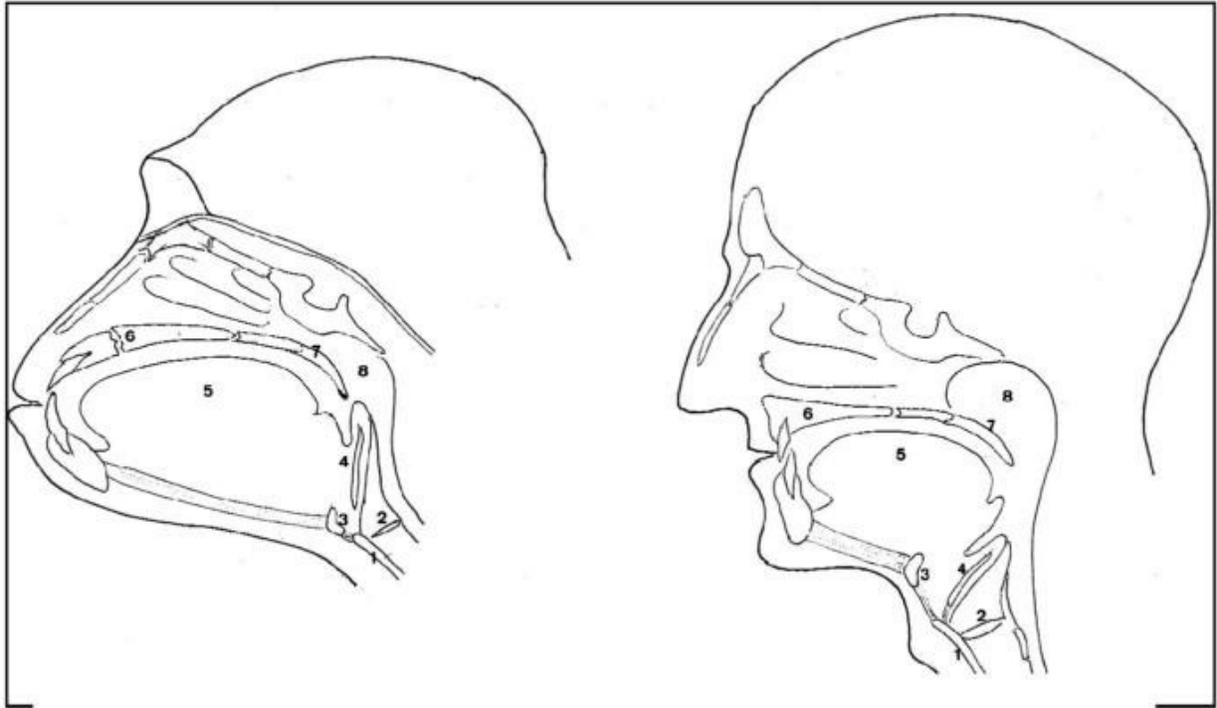


Fig. 22. Cara medial de un corte sagital de las cabezas de chimpancé y hombre. Los números indican las mismas estructuras en ambas figuras: 1, cartílago tiroides, 2, hendidura glótica, 3, hueso hioides, 4, epiglotis, 5, lengua, 6, paladar óseo, 7, paladar blando, 8, rinofaringe. Obsérvese que en el chimpancé la laringe casi contacta con el paladar blando, y que tanto la rinofaringe y la orofaringe son mucho más reducidas que en el hombre. Esta disposición muestra claramente que el chimpancé no dispone de un aparato adecuado para la fonación

Una buena parte de los que se ocupan del lenguaje parece como si fijaran su atención de manera exclusiva en el mecanismo ejecutor olvidándose de lo más importante, de la persona que, por pensar, necesita un mecanismo de expresión de su pensamiento. Si se tiene esto presente, resulta lógico que a la hora de investigar en qué época tuvo su origen el lenguaje (véase que nunca digo lenguaje hablado y la razón es que lo considero como el lenguaje por antonomasia, los otros, como el de la mímica, lo son en sentido lato, por lo que necesitan ir acompañados del correspondiente adjetivo: lenguaje mímico, por ejemplo), se tenga presente en primer lugar cuándo el hombre necesitó del lenguaje.

Resumiendo, el lenguaje necesita del cerebro y del aparato de la fonación, el aparato fonador fue un paso previo y necesario, para que el hombre pudiera hablar, pero el verdadero responsable del lenguaje es la persona, que es la que piensa y, por ello la que necesita comunicar tanto las necesidades materiales como los sentimientos, inquietudes y deseos, en una palabra, su intimidad. Ahora bien, ambos mecanismos ¿aparecieron

simultáneamente? Esta pregunta, con los datos que actualmente poseemos, es difícil de contestar con toda seguridad, pero si el Gen FOX P2 apareció hace unos 120 mil años y la racionalidad hace solamente 40 años, parece que es lógico pensar que hubo un tiempo bastante amplio durante el cual los humanos dispusieron del dispositivo somático fonador, que no comenzó a utilizarse hasta que el Homo sapiens idaltu se convirtió en Homo sapiens moderno.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.FISCHER, S. E. y cols., «Localization of a gene implicated in a severe speech and language disorder», *Nature genetic*, 18, 1998, 268-270.
- 2.LAI, C. y cols., «A fork head-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder», *Nature*, 413, 2001, 519-523.
- 3.BARTER, M., «"Speech gene" tied to modern humans», *Science*, 297, 2002, 1105-1106.
- 4.ENARD, W. y cols., «Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech language» *Nature*, 418, 2002, 869-872.
- 5.FRISCH, K. von, «Methoden sinnesphysiologischer und psychologischer Untersuchungen an Bienen», en E.Aberhalden (ed.), *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*, Berlín, 1922.
- 6.ALCOCK, J., «Evolution of communication», cap. 9 de *Animal behavior*, Nueva York, Sinacur Assoc., 2001.
- 7.BROCA, P., «Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé, suivies d'une observation d'aphemie», *Bull. Soc. Anat.*, 36, 1861, París, 330-357.
- 8.WERNICKE, C., *Der aphasische Symptomenkomplex*, Frank & Weiger, Breslau, 1874.
- 9.ROLAN, P., *Brain activation*, Nueva York, Wiley-Liss, 1993.
- 10.LIEBERMAN, A. M. y MATTINGLY, I. G., «The motor theory of speech perception revisited», *Cognition*, 21, 1985, 1-36.
- 11.DEACON, T. W., *The symbolic species: The coevolution of language and the brain*, Nueva York, W.Norton & Co. Inc., 1997.

12. WATSON, J. B., Behaviorism, Londres, Kegan Paul, 1925.
13. ALLOT, R., «The motor theory of language origin and evolution», cap. 2 de Theory of language, Lewes Book Guild, 1989.
14. HOLDEN, C., «The origin of speech» Science, 303, 2004, 1316-1319.
15. CASTAIRS-MCCARTHY, «Many perspectives, no consensus», Science, 303, 2004, 1297-1300.
16. SIDNEY, M., Pathways of the brain. The neurocognitive basis of language, Amsterdam, J. Benjamin Publ. Co., 1999.

CAPÍTULO 8

El cerebro no piensa

Acabo de decir que la aparición del lenguaje fue precedida de un cambio de naturaleza en el hombre y que ese cambio consistió en el paso del Homo animalis a Homo rationalis, es decir, en un momento determinado, el Homo animalis fue dotado de espíritu y una de las primeras manifestaciones de ese carácter espiritual fue su capacidad para expresar, mediante el lenguaje, sus pensamientos, afectos y emociones.

HIPÓTESIS REDUCCIONISTA

Los que sostienen la hipótesis reduccionista, es decir, los que reducen el hombre a su componente material y niegan que posea un espíritu, admiten que los humanos podemos pensar, pero que el pensamiento no depende del espíritu sino del cerebro. Expresiones como la de Barlow (1): «El pensamiento es obra de las neuronas», o la de Kandel (2): «La mente no es sino una serie de funciones producidas por el cerebro», o, como la humorística de Vogt (3): «El cerebro segrega el pensamiento como el hígado la bilis», dejan bien claro que para estos científicos mente y cerebro son una misma cosa. Con este planteamiento reduccionista, no existe el problema de las relaciones mente-cerebro: las actividades de la mente son operaciones del cerebro. El problema, en cambio, se les presenta cuando quieren explicar cómo piensa el cerebro, y qué tipo de actividad neuronal se puede responsabilizar del pensamiento. La mayor parte se contenta con decir que, por ahora, el conocimiento que tenemos de la actividad cerebral todavía no nos permite explicar la función pensante del cerebro (4). Otros, los emergentistas como Sperry (5), no se conforman con la humilde afirmación de que no lo saben, sino que echan mano de un juego malabar: la función de las neuronas es puramente fisicoquímica, pero la acción conjunta de varios centros nerviosos (de redes neuronales) hace que emerja una función que deja de ser fisicoquímica para ser mental, pero, y ésta es la paradoja, se mantiene en el plano de la materia.

Los neurocientíficos materialistas piensan que las técnicas de neuroimagen han venido a apoyar la tesis de que el cerebro es el que piensa. Mediante la PET (Positron Emission Tomography), la RMf (Resonancia Magnética funcional), etc., se puede ver cuales son los centros nerviosos y las áreas de la corteza cerebral que intervienen en las diferentes funciones mentales: cuando hablamos, cuando pensamos o resolvemos un problema matemático, cuando recordamos hechos pasados, cuando experimentamos una honda emoción, etc. Esos centros y áreas cerebrales, según ellos, son los responsables de

tales funciones (6,7). Nos volvemos a encontrar, una vez más, ante la confusión o, mejor, ante la identificación de la causa y el instrumento. El cerebro es el instrumento sin el cual no es posible que las funciones mencionadas lleguen a realizarse, de la misma manera que necesitamos del teléfono para mantener una conversación a distancia, pero no es el teléfono el que habla, como no es el cerebro el que piensa, según enseguida intentaré demostrar

También suelen alegar, los que identifican mente y cerebro, diferentes hechos neuropsicológicos. Basta una conmoción cerebral para que perdamos el conocimiento; si el peso cerebral está por debajo de una cifra crítica (alrededor de unos 1.100 g) hay idiocia, tanto más profunda cuanto menor sea el peso cerebral. Cuando se realiza una leucotomía frontal (fig. 23), efectuada por primera vez por Egas Moniz (8), hay una profunda alteración de la personalidad. Si se destruye una parte del hipocampo, especialmente el campus Ammonis 1 (CA1), se produce una pérdida de memoria para los hechos recientes, como el caso relatado por Scoville y Milner (9). Este sujeto, a quien para mejorar su epilepsia, tuvieron que extirpar la cara medial de ambos lóbulos temporales del cerebro (fig. 24), podía acordarse durante unos segundos de los nombres o datos que le daban, pero pasado ese tiempo los olvidaba (10). Así, aunque el médico y la enfermera que le atendían siempre eran los mismos, los tomaba como si fueran nuevos cada vez que los veía. En cambio, su cociente intelectual se mantuvo sin cambios después de la operación. Esta incapacidad para pasar de la memoria inmediata a la duradera es atribuida a la lesión de las circunvoluciones hipocámpica y parahipocámpica. La conclusión de los reduccionistas es que la cara medial del lóbulo temporal, y si se quiere precisar más, el hipocampo, es uno de los centros en los que tiene su sede la memoria.

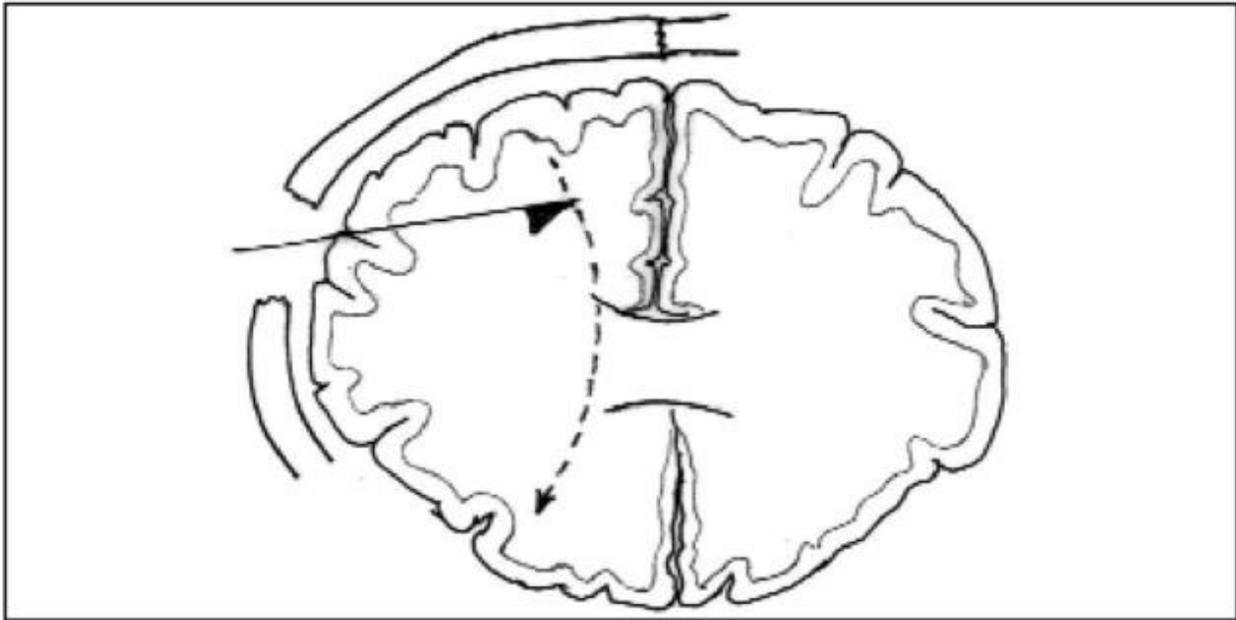


Fig. 23. Esquema para mostrar el efecto de la leucotomía: secciona las fibras que llegan al lóbulo frontal y parten de él. Para ello, se practicaba un pequeño orificio bien en el techo de la órbita bien en la porción lateral del hueso frontal, por el que se introducía un fino bisturí al que se le hacía describir (como indica la línea) una trayectoria en semicírculo

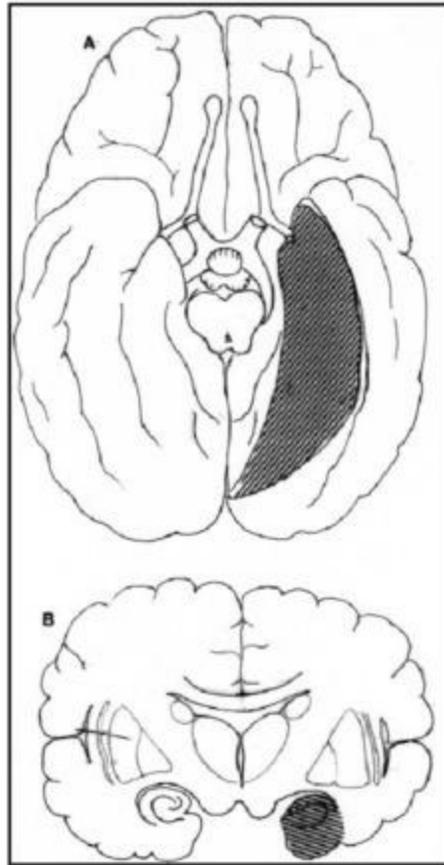


Fig. 24. La figura A representa una vista de la base del cerebro (el tronco del encéfalo aparece seccionado). La ablación de la superficie medial del lóbulo temporal (que comprendía las circunvoluciones hipocámpica y parahipocámpica), aunque fue bilateral en el caso de Scoville, sólo se ha representado en uno de los lados, respetando el otro para ver las circunvoluciones eliminadas. En la figura B, que corresponde a un corte frontal del cerebro, se ve mejor cómo la ablación ha afectado las circunvolución del hipocampo y la parahipocámpica de ambos lados

En el lóbulo temporal también parece residir la capacidad para rememorar escenas pasadas, pues cuando se estimulan algunas de sus áreas se evocan esos recuerdos. Penfield (11) describió un caso interesante. Se trataba de una joven de 14 años que padecía ataques epilépticos. Estos apenas mejoraban con el tratamiento farmacológico, por lo que se decidió la intervención quirúrgica. Penfield, después de realizar una craniotomía, dejó al descubierto la zona cortical, donde se sospechaba que radicaba la alteración desencadenante de los ataques epilépticos y, efectivamente, a nivel de la circunvolución temporal media apareció una cicatriz en la duramadre, que provocaba irritación en la corteza subyacente. Como la operación la realizó con anestesia local la paciente permaneció con pleno conocimiento, por lo que, al estimular mediante un fino electrodo puntos de la corteza próximos a la zona alterada (fig. 25), la muchacha podía

describir lo que sentía. Y lo que refirió fue la misma escena que, como aura, se repetía antes de cada ataque epiléptico. Era una escena real que le había sucedido cuando tenía 7 años. En un día hermoso de primavera, cuando ella y sus hermanos más pequeños iban andando por un prado, sin que ella lo notara, un hombre se acercó por detrás y le dijo: ¿quieres que te meta en este saco con los caracoles? Ella dio un grito de horror y echó a correr hacia su casa. Así pues, la estimulación de determinadas áreas corticales puede hacer revivir escenas ocurridas hace años.

Estos y otros muchos hechos neuropsicológicos, a primera vista, pueden llevar a pensar que el cerebro es, no sólo el responsable sino la verdadera causa del tipo de personalidad y el asien to de la imaginación, del pensamiento, de la memoria y de la afectividad. Si embargo, analizados estos fenómenos en profundidad se comprueba, como ya se ha dicho antes, que el cerebro es instrumento y no agente de las funciones psíquicas.

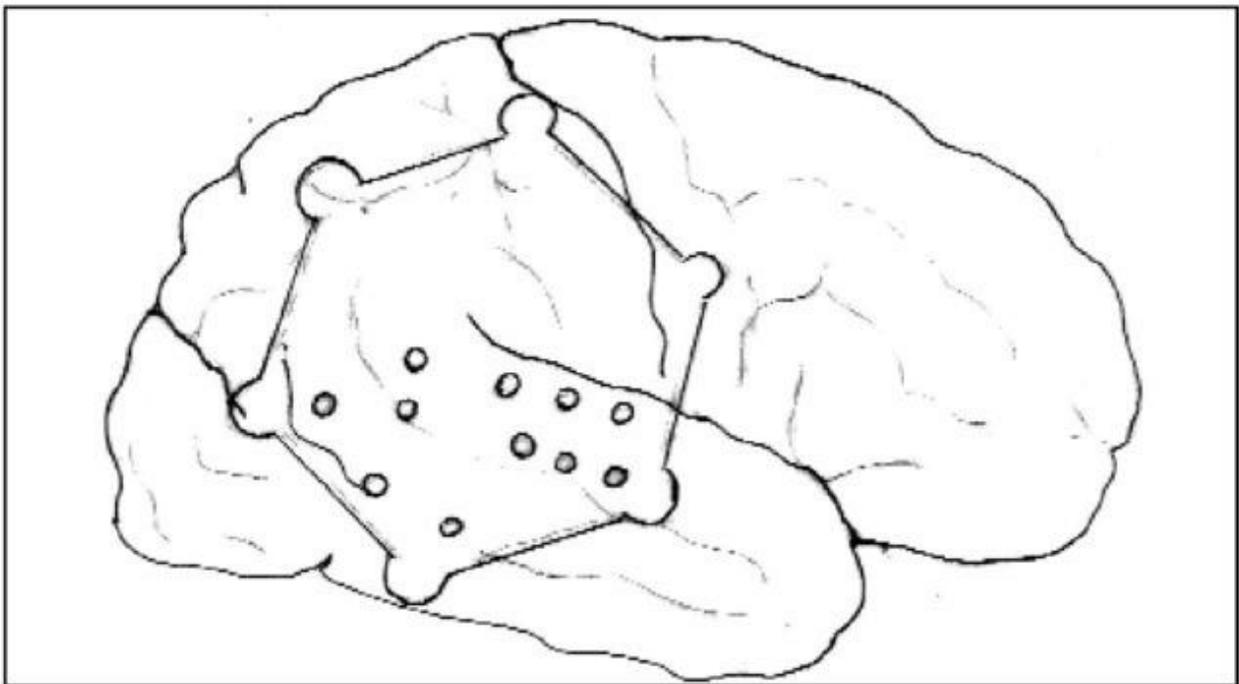


Fig. 25. Esquema del hemisferio derecho del caso de Penfield, en el que se han señalado la zona a la que se extendió la craniotomía y los puntos que, al estimularlos, hicieron revivir la escena de susto ante el hombre de los caracoles

Los reduccionistas también suelen aducir, como argumento a favor de su hipótesis, el papel que juegan los neurotransmisores en los fenómenos neurológicos y psíquicos. Estos neurotransmisores, de una estructura química muy diferente de unos a otros, son los que permiten el paso del impulso nervioso, a nivel sináptico, de una neurona a otra,

Según que el nivel de los correspondientes neurotransmisores sea normal o patológico, el funcionamiento de los centros nerviosos será a su vez normal o patológico, por lo que parece lógica la conclusión de que la alteración de los neurotransmisores es la responsable de los trastornos psíquicas. De hecho, en la actualidad, un buen número de enfermedades psiquiátricas se atribuyen a los niveles anormales de estos neurotransmisores. Así, se ha comprobado que en la esquizofrenia hay una disminución de la neurotensina (12), mientras que en el sistema límbico hay una hiperactividad aminérgica. En la depresión mayor, se observa una deplección monoaminérgica (13) y en la ansiedad, en cambio, hay una disminución de la colecistoquinina cerebral (14). Todos estos datos parecen dar la razón a los que atribuyen la actividad mental al cerebro. No hay duda que tales factores bioquímicos tienen importancia, pero su actuación es de la misma naturaleza que los trastornos producidos por un golpe, que provoca pérdida de conciencia, o por una ablación cortical, que da lugar a una notable disminución del cociente intelectual: son causas segundas, pero no la primera causa de la inteligencia, de la afectividad, de la memoria o de sus alteraciones.

Dejando por un momento la discusión a nivel científico y pasando al sentir común, queda claro que a nadie se le ocurre decir que el que piensa es su cerebro sino su yo, como sujeto integral. Y lo mismo, si se le pregunta qué parte de su cuerpo experimenta el afecto por sus hijos, responderá que ninguna, que es él (su persona) quien siente el afecto, o la tristeza, o el sufrimiento. Y casi todos, por no decir todos los enamorados, si se les dice que el amor que sienten por su novia o su novio es, simplemente, consecuencia de una reacción bioquímica en su cerebro, reaccionarán con desaprobación, pues el amor es algo más serio que una reacción material de un órgano también material.

LA PERCEPCIÓN ES METANEURONAL

Decía un poco más arriba, que los materialistas se encuentran con la dificultad de explicar cómo el cerebro piensa, ahora voy a intentar demostrar que ni en el presente ni en el futuro lo conseguirán probar, pues el cerebro no es el que piensa. Pero antes voy a demostrar que el cerebro ni siquiera es el que percibe, sino que son la persona o el animal (también los animales perciben) los sujetos de la percepción.

Es frecuente considerar como sinónimos los términos sensación y percepción, pero son distintos. La sensación es un fenómeno estrictamente neurológico, o lo que es lo mismo, un fenómeno material, perfectamente observable y cuantificable. Supongamos que se trata de una sensación visual. Los rayos luminosos, reflejados del objeto que miramos, impresionan los conos y bastones de nuestra retina, éstos estimulan las células

bipolares y de éstas, el impulso nervioso pasa a las células ganglionares de la retina. Los axones de las células ganglionares, que forman el nervio óptico, transmiten esos impulsos de la retina al cuerpo geniculado externo (uno de los núcleos del tálamo). En el cuerpo geniculado los axones del nervio óptico sinaptan de una manera retinotópica (es decir, de forma ordenada según la zona de la retina de donde provienen) con las correspondientes neuronas de este núcleo, y éstas, a su vez, envían sus impulsos a las neuronas del área cortical de la visión, la 17 (área visual primaria), donde también se da una distribución retinotópica. Los impulsos visuales llegados al área 17 son integrados en las áreas visuales secundarias, 18 y 19 y, dando un paso más, los impulsos visuales, ya integrados, son a su vez coordinados con otras sensaciones (acústicas, táctiles, etc.) en las llamadas áreas de asociación polimodal. Hasta aquí, todo se ha desarrollado a un nivel puramente fisicoquímico: potenciales de acción, liberación de neurotransmisores, fenómenos de facilitación e inhibición, codificación y decodificación de los impulsos en cada uno de sus pasos por los centros de la vía visual..., es decir, la sensación es una función enteramente cerebral. Pero esa sensación visual no es ver el objeto que estamos mirando. Si las neuronas corticales nos pudieran decir qué es lo que sienten del objeto que miramos, nos responderían que, simplemente, sienten unos potenciales evocados que, cuando su intensidad es suficiente, les obliga a descargarse sobre otras neuronas, pero que no ven nada del objeto, ni su forma, ni su color ni lo distinguen como algo separado y distinto del cerebro. En la realidad, nosotros no sentimos los potenciales evocados en las áreas visuales y, sin embargo, vemos el objeto y lo localizamos, no en la corteza visual, sino fuera de nosotros, como algo distinto de nosotros. Esto es realmente ver, ésta es la percepción visual. Se trata, por tanto, de un fenómeno que tiene un primer acto neurológico: todo lo que ocurre hasta que los impulsos nerviosos llegados a la corteza visual y áreas de integración son coordinados. Pero el siguiente acto, el ver el objeto fuera de nosotros e independiente de nosotros y, por otra parte, ser conscientes de que lo estamos viendo, es algo en lo que interviene mi persona, es decir, mi yo, compuesto de soma y psique. Es un fenómeno que se desarrolla a un nivel superior al neuronal.

La percepción es común, como antes decía, al hombre y los animales; no necesita, pues, de un alma espiritual, y es que los animales tienen funciones, como la percepción, que se desarrollan a un nivel metaneuronal (15).

Puesto que para llegar a la percepción es necesario un primer paso neurológico: si la vía visual en alguno de sus puntos está alterada, la percepción visual se pierde o se desarrolla de forma defectuosa, pero esto no nos permite concluir que los centros cerebrales son los que ven u oyen o sienten dolor.

LA CAPACIDAD DE ABSTRAER ES METANEURONAL

Si la percepción es metaneuronal con mayor razón lo ha de ser la actividad mental, que consiste en la ideación (formación de conceptos), formulación de juicios y razonamientos. Todas estas operaciones mentales las hacemos conscientemente, nos damos cuenta de que estamos pensando, es decir, se da un proceso de reflexión.

La abstracción, por la que llegamos al concepto o idea (ambos términos se suelen utilizar como sinónimos) se considera como el primer acto del entendimiento. Consiste en eliminar lo accidental de las cosas para quedarse con lo esencial, con lo que realmente define su naturaleza. En el concepto quedan unificadas todas las cosas que poseen la misma esencia. Los accidentes, peculiares de cada una de los seres, son los que se encargan de diversificarlos, de diferenciarlos entre sí. Tomemos un ejemplo concreto: la mesa sobre la que estoy trabajando. Las mesas son muy diversas por su forma, su color, su tamaño, por el material de que están fabricadas. De estas cualidades me informan los sentidos y con tal información llego a la percepción de la mesa sobre la que estoy escribiendo. Ahora bien, para llegar al concepto de mesa y, por tanto, para que este término no sólo lo pueda aplicar a esta mesa particular sobre la que trabajo sino a todas las mesas, sea cual sea su forma, color, tamaño, etc., es necesario abstraer, eliminar todo lo que las diversifica es decir, hay que prescindir de la información sensorial (color, forma, tamaño), que es lo que precisamente ha llegado a mi cerebro por obra de los sentidos. Si sólo contara con el recurso cerebral y la capacidad de percepción, me quedaría con la imagen de mil diversos objetos, cada uno de los cuales constituiría de por sí una especie distinta de todos los demás. No podría unificar bajo un mismo concepto todas las mesas, todos los libros, todas las casas, etc. Si nosotros, por la percepción, lo único que conociéramos fueran objetos particulares, no podríamos pensar, pues su primer requisito es la abstracción. Y la abstracción, vuelvo a recalcar, precisamente elimina lo que nos aportan los sentidos, por tanto, no puede ser el cerebro el órgano de la abstracción, o, lo que es lo mismo, el asiento de la mente. A la esencia, que es algo inmaterial, no se puede llegar mediante un órgano, el cerebro, que es material (aunque la información previa, el conocimiento del objeto singular sea necesaria), es decir, la operación mental rebasa el nivel cerebral.

Antes, al hablar de la percepción, dije que también ésta es metaneuronal y común al hombre y a los animales, en el caso de la abstracción y demás operaciones mentales, éstas son propias del hombre, y no solamente metaneuronales, sino espirituales, y su agente es la persona, compuesto sustancial de cuerpo y espíritu.

CÓMO EXPLICAR LAS RELACIONES MENTE-CEREBRO

A este problema ya hemos aludido antes, pero ahora lo vamos a tratar más ampliamente, pues aunque se viene debatiendo desde la filosofía clásica griega, en la actualidad mantiene plenamente su interés.

Para Demócrito (460-370 a.C.) el alma era material, dado que, según su hipótesis, estaría formada, como el resto de las cosas existentes, por átomos. Pero este filósofo admitía que los átomos del alma eran los más sutiles, semejantes a los del fuego, por lo que penetran todas las partes del cuerpo y las anima, es decir, que el alma venía a informar todo el cuerpo.

Frente a la hipótesis reduccionista de Demócrito está la dualista de Platón (427-347, a.C.). Éste admitía que el hombre estaba formado por cuerpo y alma. El cuerpo, decía, es la cárcel del alma, ya que limita las posibilidades que el alma tendría si no estuviera unida al cuerpo (16). El alma es como el timonel que gobierna la embarcación. El cuerpo tiene una misión muy pobre, como se deduce del mito de la caverna: el hombre situado de espaldas a la entrada de la cueva, ve reflejarse en el fondo las sombras de los que pasan por delante de la entrada. Las sombras es lo único que nos proporcionan los sentidos, el alma es la que interpreta y da sentido a las sombras. Para Platón entre los objetos y las ideas, entre cuerpo y alma hay una relación puramente accidental, en su ejemplo de la nave y el timonel, venía a explicar que el alma es la que dirige el cuerpo, pero como algo extrínseco a él. Descartes, aun admitiendo que el cuerpo y el alma son dos principios separados, veía la necesidad de que hubiera un punto de interacción entre ambos y pensó que éste era la glándula pineal (17). Más recientemente Eccles ha reducido mucho más el punto de comunicación cuerpo alma o, si se quiere, mentecerebro, admitiendo que el Psychon (unidad mental) actúa sobre el Dendron (unidad nerviosa) a través de los quanta de neurosecreción liberados a nivel de las sinapsis nerviosas (18). Pero tanto la glándula pineal como las nanoesferas de neurosecreción son algo somático, por lo que queda sin explicar la interacción entre lo espiritual y lo somático.

No es fácil entender, con mentalidad dualista, esa relación somato-espiritual o, lo que en cierto modo es lo mismo, mente-cerebro.

Aristóteles (384-322), contemporáneo de Platón, aunque más joven, explicó la relación cuerpo-espíritu basado en su teoría hilemórfica. Algunos, especialmente los reduccionistas, lo consideran como monista, es decir, atribuyen a Aristóteles la idea de que el hombre está constituido por un solo principio. Es una manera simplista y errónea de concebir el pensamiento de este filósofo. Ante la afirmación de Parménides de que «todo es y nada cambia» y la contraria de Heráclito: «todo pasa, todo es puro devenir»,

Aristóteles admitía que se dan cambios en las cosas creadas, pero al mismo tiempo hay algo que permanece (19). Según la hipótesis hilemórfica, todos los cuerpos constan de materia prima y forma sustancial. La materia prima, según la teoría aristotélica, es una sustancia incompleta, pues es determinable y capaz de recibir cualquier forma. La forma sustancial, a su vez, es la realidad que determina la indiferencia de la materia prima y, actuando intrínsecamente sobre ella, la actualiza, es decir, la forma es la que hace que una cosa sea lo que es. Materia y forma constituyen así una sustancia completa. Los seres materiales se asemejan entre sí por su materia y se diferencian por su forma. En el caso del hombre, el alma es la forma sustancial del cuerpo, el principio de determinación y unificación del cuerpo. Algunos, al interpretar la teoría hilemórfica, identifican el cuerpo con la materia prima, en cuyo caso se acercan a la hipótesis dualista, al separar el cuerpo y el alma. Pero el cuerpo no es materia prima sino lo que los aristotélicos denominan materia segunda, es decir, es ya una materia prima actualizada por la correspondiente forma, en el caso del hombre, por el alma espiritual. Por tanto -y empleando el término materia con la significación común - el cuerpo humano no es lo material y el alma lo espiritual. El cuerpo está animado por el alma, todas sus células lo están, por lo que hay una unidad total. De ahí que sea falso, por ejemplo, decir que el hígado humano es semejante al de cerdo, dado que por su composición bioquímica, el tipo de células, su metabolismo, etc., son muy parecidos, pero ambos tienen una diferencia radical: el hígado del hombre está animado por un alma humana, espiritual, y el del cerdo por un alma porcina, inmaterial pero no espiritual.

Si del problema cuerpo-alma pasamos al caso particular mente-cerebro, el razonamiento es parecido. El cerebro no es algo puramente material, al menos mientras pertenece a una persona viva, sino que es un órgano animado por un alma espiritual, que forma un todo único con el resto de los órganos. Ese todo único es la persona y a ella corresponde la misión de integrar y coordinar todas las partes, ella es la que piensa, la que se emociona, la que ama. Cuando, por la muerte, el alma deja de animar el cuerpo sobreviene la desintegración de sus diversos componentes.

Zubiri, preocupado por la dualidad que con frecuencia se establece al hablar de las operaciones del hombre, le gustaba hablar de «estructura», entendida no en el sentido habitual de esta palabra sino como aquello que está dotado de una potencia o capacidad de ir evolucionando (20). De una manera sintetizada el pensamiento inicial de Javier Zubiri se puede resumir así.

1.El hombre es una estructura, término que comprende los dos constituyentes de la persona, cuerpo y alma.

- 2.El cosmos posee un gran dinamismo por lo que la estructura evoluciona y llega un momento en que es apta para desarrollar una actividad psíquica.
- 3.La estructura alcanza esa capacidad psíquica desde sí misma, pero no por sí misma.
- 4.Este cambio esencial no se produjo de forma instantánea sino que la estructura, de la que por evolución se originó el hombre, recibió desde el principio la potencialidad de llegar a ser pensante, sin que fuera necesaria una segunda intervención creadora de Dios.

Este pensamiento de Zubiri sufrió un cambio en 1968. En su curso: «Estructura dinámica de la realidad», admitió que la causación de la inteligencia del hombre era esencialmente distinta de la que había vitalizado la materia y aunque la estructura de los homínidos poseía ya la potencialidad de llegar hasta el hombre moderno, sin embargo la hominización supuso la creación expresa del alma.

Laín Entralgo, admirador de Zubiri, compartía el estructurismo de éste, pero fue más radical. En efecto, no admitía un corte en el paso del alma animal (irracional) del homo sapiens arcaico, a la humana, racional, del homo sapiens moderno. Dios, según él, dio a la estructura de los homínidos la potencialidad de llegar hasta el último grado de hominización, la de ser racional (21).

La postura de Zubiri es más acorde con el sentir cristiano, puesto que adquirir el carácter racional no es un mero paso en la evolución de la materia sino que supone un verdadero salto y requiere la intervención expresa de Dios. Así es lo que el papa Pío XII en su encíclica «*Humani generis*» expuso y después lo repitió el papa Juan Pablo II, como más adelante veremos.

Es laudable el interés de Zubiri por explicar de forma coherente con los conocimientos actuales la perfecta unidad cuerpoalma, pues aunque para los cristianos esta unidad no deja lugar a dudas, sin embargo, las expresiones habituales reflejan un claro dualismo. Ya desde los primeros tiempos del cristianismo, en el lenguaje ascético y místico, se establece una separación entre cuerpo y espíritu; se habla del alma y de la carne, de los pecados de la carne y del espíritu, de la lucha del cuerpo y el espíritu, del diálogo del alma con Dios, de las aspiraciones del alma, de la lucha entre lo que el alma anhela y las pasiones de la carne, de la vida del espíritu, etc. Todas estas expresiones, al menos formalmente, son incorrectas, pues quien peca no es el cuerpo o el espíritu, quien dialoga con Dios no es el alma, es la persona.

Un ejemplo de las desviaciones que puede originar esta separación cuerpo-alma nos

lo ofrece el «quietismo», uno de cuyos principales impulsores fue un sacerdote español: Miguel de Molinos (1628-1696). En su libro *Guía espiritual* (22), muy conocido en su tiempo, pues se tradujo a los principales idiomas, venía a decir que, para conseguir la quietud y no interferir la conversación del alma con Dios, era necesario despreocuparse de las cosas del cuerpo, que si éste sentía dejar que sintiese. Muchos de los que siguieron su doctrina cayeron en los pecados sensuales más variados porque eran cosas del cuerpo, que no debían afectar al alma. Como era de esperar, una parte de las tesis de Molinos expuestas en su *Guía espiritual* fueron condenadas por el Santo Oficio y el propio autor murió en la cárcel.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARLOW, H. B., *Perception*, 1, 1972, 371-394.
2. KANDEL, E. R., *Principies of neuroscience*, Elsevier North-Holland, 1981.
3. VOGT, R., «A neuroscientist's perspective on mind», en E. Emeram y C.B. Sapers (eds.), *Progress in Brain Research*, vol. 122, 2000.
4. BUNGE, M., «Emergence and the brain», en *Comentaries in the neurosciences*, Pergamon Press, 1980.
5. SPERRY, R. W., *Science and moral priority. Merging mind, brain and human values*, Nueva York, Columbia Univ. Press, 1983.
6. GOEL, V.; GOLD, B. y KAPUR, S., «The seat of reason? An imaging study of deductive and inductive reasoning» *NeuroReport*, 8, 1997, 1305-1310.
7. FLETCHER, P. C. Y cols., «Other minds in the brain: a functional imaging study of theory of mind», *Cognition*, 57, 1995, 107-128.
8. MoNIZ, E., *Leucotomie préfrontal. Traitement chirurgical de certaines psychoses*, Turín, 1937.
9. SCOVILLE, W. B. Y MILNER, B., «Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions», *J.Neurol. Psychiatry*, 20, 1957, 11-21.
10. MILNER, B., «Amnesia following operation on temporal lobes», en C.W. Amnesia, W.Butterhitty, C.W. Whitty y O.L. Zangwill (ed.), Londres, Butterworths, 1966.
11. PENFIELD, W., *The excitable cortex in conscious man*, Liverpool Univ. Press, 1958.

12. BINDER, G. y cols., «The role of neurotensin in the pathophysiology of schizophrenia», *Biol. Psychiatry*, 50, 2001, 856-872.
13. ELWUEGI, A. S., «Central monoamines and their role in major depression», *Biol. Psychiatry*, 28, 2004, 435-451.
14. BOURIN, M.; MALINGE, M. Y BRADWEJN, J., «Two faces of colecystokinin in anxiety and schizophrenia», *Fund. Clin. Pharmacol.*, 10, 1996, 16-26.
15. GONZALO SANZ, L. M., *Inteligencia humana e inteligencia artificial*, Madrid, Libros MC, Edic. Palabra, 1987.
16. PLATÓN, Fedro, *Obras completas*, Madrid, Patricio de Azcárate, 1871.
17. DESCARTES, R., *Discourse de la méthode pour bien conduire la raison*, Notre Dame Press, 1994.
18. EGGLES, J., «A unitary hypothesis of mind-brain interaction in the cerebral cortex», *Proc. Roy Soc Londres*, 240, 1990, 433-451.
19. ARISTÓTELES, *De Anima*, Madrid, Patricio Azcárate, 1874.
20. ZUBIRI, J., *Estructura dinámica de la realidad*, Barcelona, Labor, 1986.
21. LAÍN ENTRALGO, P., *Idea del hombre*, Madrid, Galaxia Gutenberg, 1996.
22. MOLINOS, M., *Guía espiritual*, Roma, M.Hercules, 1675.

CAPÍTULO 9

Cambio de naturaleza en el hombre moderno

El cambio explosivo en las realizaciones del Homo sapiens a partir de los últimos 40 mil años indica que por esa fecha hubo un cambio en la naturaleza humana. En efecto, la multiplicidad de los utensilios que fabricó, la diversidad de materiales que para ello utilizaba, las manifestaciones artísticas de la más variada índole, que aparecieron en todos los lugares habitados por el hombre moderno, los enterramientos con señales evidentes de ritos funerarios, son muestra clara de una naturaleza racional. Y si de la época prehistórica pasamos a la histórica, la aceleración en los avances ha sido todavía más rápida, es decir, no hay duda de que el Homo sapiens idaltu experimentó un cambio de naturaleza. Ahora bien, ¿qué entendemos por naturaleza?

QUÉ SE ENTIENDE POR NATURALEZA

Según quien hable de naturaleza la definición es, al menos aparentemente, bastante distinta. Con todo, si uno analiza el fondo de cada una de las diferentes definiciones, se ve que, en lo esencial, coinciden. Remontándonos a la filosofía clásica griega, Sócrates definía la naturaleza como principio inmutable y esencial de las cosas. Para Platón, la naturaleza de un ser se fundamenta en su esencia ideal. Aristóteles, que se ocupó extensamente del estudio de la naturaleza, la definió como: lo universal existente en lo particular y la consideraba como principio intrínseco de las operaciones de cada ser. Analizando cada una de estas definiciones se ve que para los filósofos mencionados, naturaleza es lo esencial de los seres y, por otra parte, universal a todos los individuos de la misma especie. Por ello, la naturaleza es la responsable del modo característico del obrar de los individuos. De aquí que, en el caso del hombre, la naturaleza humana no es la mera apariencia exterior, pues eso no es lo esencial, sino lo interior. Ahora bien, el principio que es propio y distintivo del hombre, es su carácter racional. Como es sabido Boecio definía la persona como «sustancia individual de naturaleza racional», dejando claro que el carácter racional es lo verdaderamente distintivo del hombre. Y la razón, por otra parte, es la facultad que permite extraer inferencias lógicas, para lo cual se requiere la capacidad básica de abstraer y después razonar. Si nos referimos al homo sapiens moderno, lo que lo diferencia de los animales y de los hombres no racionales es el entendimiento, es decir, su actividad mental en la triple faceta de abstraer, enjuiciar y razonar (1).

La facultad de razonar es, por tanto, muy diferente de las operaciones somáticas como son sentir, moverse, mantener las constantes vitales y la coordinación de todas estas funciones, llevada a cabo por el sistema nervioso. Abstraer, formar juicios y razonar, son operaciones que requieren una facultad espiritual. En el capítulo 8 ya hemos demostrado que el cerebro no es donde radica esa facultad, opinión y convencimiento contrario al de aquellos que admiten que el cerebro es el que piensa, identificando el instruemnto con el agente: Quien piensa, quien emite juicios y razona no son unas áreas corticales del cerebro sino que, como hemos visto, es la persona, unidad indivisible somatoespiritual. Ahora bien, la adquisición de la naturaleza racional, o si se quiere del carácter espiritual, no es un paso más en el proceso evolutivo del hombre.

CAMBIO POR LA ELEVACIÓN AL ORDEN SOBRENATURAL

Que el hombre posea un espíritu supone una nueva creación, por tanto, una nueva intervención de Dios. La sagrada Escritura lo dice bien claro: Dios espiró sobre el rostro de Adán un hálito de vida (Cfr. Gén. 2,7), es decir, le infundió un alma espiritual, pues en otro versículo del Génesis se dice, que Dios creó al hombre a su imagen y semejanza (cfr. Gén. 1, 28) y la única semejanza posible entre Dios, que es espíritu puro, y el hombre, compuesto de cuerpo y espíritu, es el espíritu.

Este acto de creación del espíritu es instantáneo, pues entre ser material y espiritual no hay pasos intermedios. Por ello, no cabe hablar de un desarrollo paulatino de las facultades superiores del hombre, aunque sí se puede hablar de un despliegue progresivo de las realizaciones humanas. Debió ocurrir algo parecido a lo que sucede en el embrión humano, a éste, una vez concebido, Dios le infunde un alma espiritual pero su entendimiento y voluntad sólo comienzan a actuar cuando el nuevo ser ha alcanzado el desarrollo adecuado. En efecto, el espíritu del hombre se tiene que valer de instrumentos corporales, que suponen, por un lado, una limitación, pero, por otro, un medio imprescindible para que el espíritu pueda expresarse. Esto explica, en mi opinión, que las realizaciones del hombre racional, aunque han seguido un curso acelerado a lo largo de sus 40 mil años de existencia, sin embargo, no se llevaron a cabo de una forma instantánea. Ya se dio un salto notable desde el principio de la existencia del hombre de Cro-Magnon: basta comparar sus realizaciones iniciales con las del Homo sapiens idaltu, pero necesitó varios miles de años hasta que domesticó animales, cultivó la tierra, construyó poblados y descubrió la escritura. En cambio, si comparamos la época prehistórica con nuestros días, en que el hombre domina la estructura atómica, los espacios siderales y el mundo de la electrónica, la aceleración en el avance ha sido infinitamente mayor.

LA INTENCIONALIDAD

Los que defienden el desarrollo progresivo de las facultades superiores del hombre, invocan un desarrollo paralelo de la intencionalidad, que según ellos, comienza ya en el Homo habilis, cuando éste comenzó a construir útiles.

Ya hemos señalado en el capítulo 3, que la diferencia principal entre los australopitecos y el Homo habilis es que aquéllos utilizaban instrumentos, pero no eran capaces de fabricarlos y el Homo habilis sí fue capaz de producirlos. Según estos autores, la fabricación de instrumentos, al menos a primera vista, parece suponer una intencionalidad, pues entre el instrumento y su fabricación existe un paso que no es inmediato: el de tener presente el fin y los medios para alcanzarlo.

Por mi parte, no comparto esa opinión: también los animales construyen magníficos instrumentos, algunos de ellos verdaderas obras de ingeniería, y no es lógico pensar que tal construcción es fruto de cálculos complicados, o que se hayan seguido reglas arquitectónicas previamente diseñadas por ellos, o hayan tenido en cuenta la resistencia de materiales.

Como es sabido, tanto en los animales como en el hombre, la mayor parte de nuestros actos se realizan, afortunadamente, a un nivel reflejo como, por ejemplo, la regulación vegetativa (cardiocirculatoria, respiratoria, digestiva, etc.), por lo que respecta al mundo visceral y, en el campo somático, los reflejos de retirada, de la marcha, etc. A un nivel más elevado y en orden ascendente, siguen los automatismos, los actos instintivos y los reflejos condicionados. Éstos, sin llegar a tener la importancia capital que les atribuía Pavlov (2), tienen una gran relevancia en el comportamiento humano y de los animales. Ahora bien, los actos realizados con intencionalidad suponen, por un lado, que sean conscientes y, por otro que en ellos intervenga el pensamiento, en cuanto que hay una planificación, lo cual no es un simple paso más, en la escala de actividades que he mencionado más arriba, sino un verdadero salto de calidad, que requiere una naturaleza racional.

Si admitimos que los homínidos, es decir, los pertenecientes al genus Homo, al fabricar utensilios lo hacían con una clara intencionalidad, tendríamos que admitir que eran racionales. Entonces resulta inexplicable que unos seres inteligentes (no con una inteligencia animal sino racional) necesitaran 2 millones y medio de años para avanzar del Paleolítico inferior al medio y, por el contrario, que otros seres sin ninguna diferencia cualitativa respecto a ellos, en 40 mil años, hayan pasado del Paleolítico medio a la situación actual de la ciencia, de la tecnología y del arte.

Ya hemos visto en capítulos anteriores que no es sólo achacable al mayor desarrollo cerebral, pues se da el hecho paradójico de que los neandertales tenían un cerebro superior al hombre actual (y prácticamente se puede decir lo mismo del Homo sapiens idaltu) y, sin embargo, en 350 mil años no dieron más que un pequeño paso, el que supone avanzar del Paleolítico inferior al medio, que no representa sino un grano de arena comparado con el edificio construido por el hombre actual.

Para los que no admiten el carácter espiritual del hombre resulta un hecho paradójico e inexplicable que unos «aristocéfalos», como eran los neandertales, no desplegasen una actividad técnica, científica y artística superior a la del hombre actual. A veces recurren a explicaciones pueriles, como, por ejemplo, razonan que, teniendo en cuenta la masa corporal de los neandertales (bastante superior a la de los actuales), poseían un menor grado de telencefalización que nosotros. Con este mismo tipo de razonamiento habría que concluir que un lanzador de peso, con una talla de 1,80 m y un peso de 100 kg, debería tener, para no padecer una situación de idiocia, un cerebro de mucho mayor volumen que un hombre asténico de 1,80 m de altura y 70 kg de peso, cosa que no es lo habitual, pues los lanzadores de peso no son idiotas. Tal paradoja inexplicable para una mentalidad reduccionista, se resuelve si se piensa que en las actuaciones de los homínidos y homíninos no hubo intencionalidad, en el sentido propio de este término, y que ésta sólo se dio cuando tuvo lugar el cambio de naturaleza.

Pero antes de extenderme más en la posible intencionalidad de los homínidos, voy a hablar un poco más de los instintos para ver mejor la diferencia entre aquélla y éstos.

ALGO MÁS SOBRE LOS INSTINTOS

El instinto es un comportamiento innato, es decir, no aprendido, que se despierta siempre que el animal o el hombre reciben el estímulo adecuado. Todos los instintos tienen que ver con la conservación de la vida del individuo o de la especie.

Uno de los primeros autores que investigó los centros nerviosos responsables del comportamiento instintivo fue el neurofisiólogo suizo, premio Nobel de Medicina, W.R.Hess (3,4). Implantando electrodos permanentes en diversos centros cerebrales de gatos reprodujo, según los centros estimulados, (y actuando sobre los animales ya repuestos de la operación y libres para que pudieran moverse por la habitación), diferentes comportamientos instintivos. Cuando estimulaba algunos núcleos del hipotálamo posterior, el gato reaccionaba con un ataque semejante al que le despierta la presencia de un perro extraño. Si estimulaba la sustancia periventricular del tercer ventrículo, el gato se iba al rincón más oscuro de la habitación y se colocaba en la posición típica que adoptan los gatos para dormir. En el caso de estimular los centros del

hipotálamo anterior, el animal realizaba movimientos típicos de la cópula, etc. En definitiva, el comportamiento instintivo viene determinado por un circuitaje, establecido de forma innata, entre diversos centros nerviosos, que radican, principalmente, en el diencefalo (5). La actuación instintiva supone un grado de integración muy superior a la de los automatismos y una finalidad concreta, en muchos casos de importancia vital. Pensemos, por ejemplo, en el instinto de ataque mencionado anteriormente, que en unos casos es para defenderse y en otros para hacerse con una presa. Cuando un gato se quiere defender de un perro, adopta una postura determinada, realiza unos movimientos precisos, se le eriza el pelo, emite unos sonidos, se lanza sobre el perro o emprende la huida, etc. Esta conducta instintiva supone la integración de los centros motores y de un buen número de centros vegetativos. Más arriba he mencionado algunas realizaciones instintivas que suponen una gran perfección: las magníficas redes confeccionadas por las arañas para atrapar sus presas y los panales de las abejas. Hablando de éstos, en las Mil y una noches, el autor pone en boca de una abeja: «Mi casa está construida de acuerdo con las más estrictas reglas de la arquitectura.» Y, en efecto, matemáticos y geómetras, tras complicados cálculos, han llegado a la conclusión de que los prismas exagonales de los panales de la colmena representan la construcción que permite encerrar espacios con la mínima cantidad de material, en este caso, de cera (6). También son conocidas las obras de ingeniería de los castores, a los que se les suele llamar arquitectos de la naturaleza.

Si se comparan estas obras realizadas instintivamente, con los utensilios fabricados por los homínidos, no hay punto de comparación ni en el aspecto estético ni en la perfección: ¡qué contraste entre una tosca hacha de piedra y los panales de una colmena! Sin embargo, la industria lítica, primitiva y tosca, tiene una diferencia esencial con respecto a los panales o a las telas de araña, estas obras instintivas, a lo largo de millones de años, no han evolucionado lo más mínimo, mientras que la industria lítica, aunque se ha desarrollado a paso de tortuga, ha ido perfeccionándose, y adquiriendo cada vez mayor variedad. Es una manifestación clara de que la fabricación de útiles de piedra no era algo instintivo, sino que correspondía a una actividad de un orden superior a la instintiva. Ahora bien, que la industria lítica no fuera algo instintivo, ¿quiere decir que había en ella intencionalidad? Antes he expresado mi parecer en el sentido de que no la había hasta que el genus Homo llegó a Homo sapiens moderno. Entonces ¿en qué categoría se puede encuadrar la actividad fabricadora de los homínidos? Si en la industria lítica no hubo intencionalidad, ni tampoco fue obra del instinto, ¿cuál fue su causalidad? En mi opinión fueron tres factores los responsables: la casualidad, la observación y el aprendizaje.

Los animales son capaces de aprender, tanto más cuanto mayor es su nivel en la escala zoológica. Algunos animales, por aprendizaje, son capaces de adquirir habilidades

que nos asombran. Piénsese, por ejemplo, en lo que se consigue con la doma de los caballos, la maestría que adquieren los perros en la caza o en la guarda del ganado. Y si nos remontamos a los primates no humanos estas posibilidades se incrementan notablemente. Lo mismo debió suceder con los homíninos: a medida que su cerebro fue adquiriendo mayor volumen, su capacidad de aprendizaje fue aumentando. A diferencia de los animales, los homíninos no tuvieron maestros que les enseñaran las operaciones más adecuadas para fabricar un hacha o encender fuego, pero tenían suficiente capacidad de observación para fijarse en los fenómenos naturales y repetirlos en provecho propio. Vieron, por ejemplo, que al chocar dos piedras se producían fragmentos con bordes cortantes que les servían para desmembrar y trocear sus presas. Repitieron la operación y fueron perfeccionando la técnica de los golpes con el fin de conseguir instrumentos cada vez más útiles. También observaron que con determinadas piedras, como el sílex y la obsidiana, se obtenían filos más cortantes y de mayor consistencia, por lo que procuraron hacerse con este tipo de piedras, aunque tuvieran que buscarlas en lugares distantes del sitio donde vivían. Algo parecido debió ocurrir con la producción del fuego. Cuando uno golpea dos piedras de sílex se producen chispas y si éstas caen en hierba seca se prende fuego. Este hecho casual observado por el homo erectus, hace unos 800 mil años, lo repitió después consiguiendo producir el fuego a voluntad. Y este procedimiento rudimentario, pero eficaz, se ha venido repitiendo con ligeras innovaciones hasta casi nuestros días. En conclusión, pienso que la forma de iniciar y perfeccionar la industria lítica y la invención del fuego fueron obra de la casualidad primero, de la observación del fenómeno y, después, la reproducción del fenómeno natural. Las sucesivas generaciones, por imitación, han reproducido lo que venían haciendo sus antecesores. Pero, repito, en mi opinión, en esas operaciones no hubo intencionalidad propiamente dicha, como no la hay en los reflejos, en los actos mecánicos y en los reflejos condicionados, ni en los instintos. Si hubiera que atribuir intencionalidad a toda actuación que tiene un fin, habría que conceder también el carácter intencional a los reflejos, automatismos, reflejos condicionados e instintos, que antes hemos mencionado. Pero en este caso se trata de una intencionalidad no consciente y este carácter inconsciente es el que en mi opinión tiene la intencionalidad de los homínidos y homíninos, hasta llegar al hombre de Cromagnon.

Es verdad que el procedimiento seguido en la fabricación de los utensilios representa un grado mayor de complejidad que el requerido en los reflejos, automatismos y reflejos condicionados, pero no superior a la conducta instintiva. Con respecto a ésta, hay una cierta diferencia en cuanto a los estímulos que despiertan una y otra conducta. En el caso de los instintos no hay aprendizaje: las arañas y las abejas, por ejemplo, aunque desde su nacimiento vivan aisladas y no hayan visto a otras congéneres fabricando telas o haciendo panales son capaces de confeccionarlos. En cambio, los homínidos aprendieron

imitando lo que sus mayores hacían, capacidad de imitación que, por otra parte, también la tienen los apes. Por ejemplo, algunas familias de chimpancés pan-troglodytes consiguen termitas introduciendo una fina rama por el orificio de la termitera. Este objeto extraño provoca la salida de las termitas, que son capturadas por el chimpancé y se las come (7). Pues bien, esta operación no es instintiva ya que hay otras familias de chimpancés que desconocen tal procedimiento de captura, luego hay que admitir que los que lo practican lo han aprendido por imitación. Ahora bien, el aprendizaje por imitación no implica que sean inteligentes y que obren con intencionalidad. Alguien puede pensar, sin embargo, que este método de conseguir alimento requiere una cierta inventiva, que no se da sin un mínimo de inteligencia. Volvemos aquí al mismo caso del Homo habilis cuando comenzó a fabricar los primeros utensilios de piedra: primero actuó el azar, después, la capacidad de observación y, por último, la repetición de la maniobra, pero ninguna de estas operaciones requiere una inteligencia de carácter espiritual.

De otra naturaleza muy distinta son las realizaciones del hombre de Cro-magnon: Las pinturas, los dibujos, las estatuillas, los enterramientos rituales, la planificación, los recursos tan variados para defenderse del frío y de las fieras, la invención, a un ritmo acelerado, de nuevos instrumentos utilizando materiales muy diversos, la organización social, etc., son manifestaciones claras de su naturaleza racional y del carácter intencional de sus actos. Esta nueva naturaleza le permitió llegar al desarrollo que hoy día tenemos en un espacio de 40 mil años, que es como un abrir y cerrar de ojos, comparado con los dos millones y medio de años que lleva el genus homo sobre la tierra.

EL LIBRE ALBEDRÍO

La intencionalidad y el lenguaje son manifestaciones, como hemos visto, del cambio de naturaleza del hombre, es decir, del paso de irracional a racional, pero, junto a estas dos posibilidades, hay una tercera no menos importante, la libertad. Los seres irracionales no son libres, pues sus actuaciones son producto de reflejos vegetativos y somáticos, de reflejos condicionados y de los instintos, es decir, como son materia están sometidos a las leyes de la materia, por lo que no hay libre albedrío. Ahora bien, el hombre racional, dado que además de un cuerpo material posee un alma espiritual, en su comportamiento, además de los factores mencionados, intervino un nuevo elemento, la libertad.

Este don de la libertad supuso un considerable cambio en la vida del hombre racional. Dejó de estar sometido - aunque sí condicionado - a las necesidades corporales, pudiendo orientar su conducta hacia bienes superiores. Lógicamente, dentro de la gran diversidad de bienes, la tendencia más fuerte es hacia los bienes que no son meramente

físicos: hacia la Belleza, según Platón, o hacia la Verdad, según Aristóteles, en definitiva, hacia Dios. Así el cambio de naturaleza, el paso de animal irracional a racional, llevó consigo la creencia en un Ser supremo, en un más allá y por ende en la trascendencia de la vida humana, manifestada en los ritos funerarios. La creencia en la trascendencia del hombre llevó a estos nuevos seres racionales a ver a sus congéneres de una manera distinta a como la vieron sus antecesores, ya no eran sólo los vínculos animales de la sangre sino una relación más profunda y persistente, seguían ya el viejo aforismo: *homo homini, familiaris et amicus*. En esta visión se fundó el comienzo de una vida social, simple y restringida al principio en cuanto que el número de componentes era reducido. Lógicamente, esa incipiente vida social requirió una mínima regulación que permitiera conseguir eficacia en la defensa contra los peligros, en la ayuda a los necesitados, etc. Naturalmente, al aumentar el número de los que formaban las comunidades iniciales aparecieron nuevas necesidades y nuevas reglamentaciones.

Aunque algunos hablan de una cierta vida social en los heidelbergenses y neandertales, de hecho, en sentido propio sólo se puede hablar de verdadera vida social a partir del hombre moderno, es decir, desde el momento en que el hombre adquirió una naturaleza racional. La convivencia de los hombres anteriores se puede equiparar a la convivencia de algunos antropoides y de otros animales inferiores.

BIBLIOGRAFÍA

1. LAKOFF, G. Y JOHNSON, M., *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge in the Western thought*, Basic Books, Barnes & Noble, 1999.
2. PAVLOV, I. P., *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*, Oxford Univ. Press, 1927.
3. HESS, W. R., *Hypothalamus and Thalamus*, Stuttgart, G.Thieme, 1956.
- 4.- *Das Zwischenhirn: Syndrome, Lokalisationen, Funktionen*, Basilea, B.Schwalbe, 1949.
5. SMITH, C. U. M., *Elements of molecular neurobiology*, J.Wiley & Sons, 3.a edic., 2002.
6. ASTE, T. y WEAIRE, D., *The pursuit of perfect packing*, JoP Physics, 2000.
7. VAN SHAIL, C., *Cool tool Tricks: How chimpanzees use plant stem as a tool for catching termites*, Ranger Rock, 1 oct. P. 1, 1997.

CAPÍTULO 10

Creación y evolución

Es frecuente presentar la Creación y la evolución como cosas antitéticas, incluso se suele encabezar este capítulo con el título: «Creación versus evolución», lo cual deja translucir el espíritu polémico con el que se inicia su estudio, como si la Creación se opusiera a la evolución y la evolución a la Creación. No hay duda de que hay cristianos fundamentalistas que no admiten la evolución y hay evolucionistas radicales que niegan la Creación. Esta última postura está claramente manifiesta en la conocida expresión de J.Monod: «El azar, sólo el azar es el responsable de la evolución» (1). Afortunadamente, somos muchos los que no vemos incompatibilidad entre una y otra. Ya el papa Pío XII, en su Encíclica *Humani Generis* (1950), decía que la evolución es una hipótesis seria y Juan Pablo II, en su mensaje a los miembros de la Academia Pontificia para las Ciencias (1996), afirmaba: «Hoy día, casi medio siglo después de la publicación de la Encíclica *Humani Generis*, nuevos conocimientos han llevado a reconocer la evolución, más que como hipótesis, como teoría. Es, en efecto, digno de notar que esta teoría ha sido progresivamente aceptada por los investigadores, seguida de una serie de descubrimientos en los distintos campos del saber.» Pero Juan Pablo II insistía en las advertencias que Pío XII hacía en su encíclica para todos los que confesamos la fe católica y que resumo a continuación.

- 1.El origen del cuerpo del hombre a partir de una materia viva es un tema que corresponde investigar a las Ciencias naturales. Con todo, no se deben confundir hechos con conjeturas y se debe respetar el derecho de la Iglesia de definir las materias tocantes a la Revelación.
- 2.Los católicos deben creer que el alma humana fue creada inmediatamente por Dios. En cuanto que el alma es una sustancia espiritual, no llegó a su existencia por transformación de la materia, sino directamente de Dios, de ahí la singularidad de cada persona.
- 3.Todos los hombres descienden de un mismo individuo, Adán, que transmitió el pecado original a toda la humanidad. Los católicos no pueden admitir el poligenismo, según el cual la humanidad desciende de un grupo de hombres originarios.

LA CREACIÓN SEGÚN LA ESCRITURA

Estas dos verdades: Dios creador y que el alma humana no proviene de la materia sino que es creada inmediatamente por Dios, resultan algo obvio para los que creemos en la existencia de Dios y en el carácter trascendente del hombre. Por otra parte, la creación del universo y del hombre por Dios, para los que admitimos que la Biblia es un libro inspirado, son verdades que no nos ofrecen dudas. En el primer capítulo del Génesis, después de narrar cómo Dios creó el cielo, la tierra y todo lo que en ella existe, al final dijo: «Hagamos el hombre a nuestra imagen y semejanza, que esté al frente de los peces del mar, de las aves del cielo y de los animales de la tierra. Los creó hombre y mujer, los bendijo y dijo: creced, multiplicaos, henchid la tierra y sometedla, y dominad sobre los peces del mar, las aves del cielo y los animales que se mueven sobre la tierra» (Gén. 1. 26-28). Queda en estas palabras bien claro que la naturaleza del hombre es distinta del resto de las criaturas. En primer lugar, porque el hombre fue creado «a imagen y semejanza de Dios», lo que implica su naturaleza espiritual. Y por esta naturaleza espiritual Dios lo colocó como señor de la tierra y de todo lo que ésta contiene. El Génesis, en el capítulo II, vuelve a referirse a la creación del hombre: «Formó Dios al hombre del limo de la tierra, espiró en su cara un aliento de vida y el hombre se convirtió en alma viviente» (Gén. 2, 7). En este mismo capítulo, se dice que Dios hizo pasar ante Adán a todos los animales quien, a cada uno de ellos, les fue poniendo el nombre que le correspondía (cfr. Gén. 2. 19, 20). Insiste, así, el libro sagrado en la naturaleza especial del hombre, en cuanto que recibió un aliento de la vida divina, por tanto espiritual y, después, fue poniendo nombre a todos los animales. Teniendo en cuenta que el nombre significaba para los hebreos lo más característico y esencial del ser denominado, quiere decir que conoció en cada animal lo que era más propio de su naturaleza, signo evidente de que poseía inteligencia.

DIFICULTADES PARA ADMITIR LA CREACIÓN

Ya hemos dicho en otra ocasión que la Creación, en cuanto supone la existencia de un creador, Dios, no la admiten quienes niegan su existencia y no admiten la trascendencia del hombre.

Mantener que el hombre posea una naturaleza distinta del resto de los animales, para los que no admiten que éste sea un ser espiritual, es una postura indefendible. Para ellos, la diferencia entre el hombre y los animales es meramente cuantitativa (2). En la práctica, esta idea del hombre se traduce en que el cuidado y consideración que se ha de tener con él se diferencia sólo cuantitativamente del que se debe tener con los animales. También explica que, para ellos, la vida del embrión tenga un valor mínimo y por ello defiendan que el aborto, cuando el embarazo no es deseado por los padres, se practique sin ninguna restricción (3). Y, de la misma manera abogan por que la vida de un

enfermo, que sufre y que no es más que una carga para la familia y la sociedad, pueda ser suprimida mediante la eutanasia (4).

Pero esta concepción reduccionista del hombre conduce a forzar la interpretación de los descubrimientos paleoantropológicos a fin de mostrar que, en el caso del hombre, no ha habido un cambio de naturaleza sino un simple paso más en la evolución, ligado a un desarrollo mayor de su cerebro (5). Ahora bien, se encuentran con la paradoja que antes he expuesto: el hombre actual, con un cerebro menor que el de los neanderthales, ha conseguido, en 40 mil años, infinitamente más que los neanderthales en 350 mil. Por otra parte, tampoco pueden explicar cómo es posible el despliegue actual de especies si sólo el azar hubiera sido el responsable, imposibilidad que los matemáticos la han demostrado con toda evidencia.

CONCORDANCIA ENTRE CREACIÓN Y EVOLUCIÓN

Sólo entre las posturas extremas creacionista y evolucionista resulta difícil y aún imposible llegar a un acuerdo. Cuando un creacionista niega en redondo la evolución es como cerrarse a los descubrimientos que, sobre todo en estos últimos decenios, se han venido realizando y que dejan fuera de duda el hecho de la evolución. Bien es verdad que no hay fundamento suficiente para saber si, dentro de la macroevolución, ésta se puede extender hasta el paso de lo inanimado a lo animado (6).

Por otra parte, cuando un evolucionista a ultranza niega que haya un Dios creador, al menos de la materia de la que, por evolución, se ha originado la gran variedad de seres animados e inanimados que vemos en la actualidad, adopta una postura acientífica (7). En efecto, reduce todo su conocimiento a lo que aprecia con los sentidos, rechazando lo que podemos conocer por otras vías de conocimiento como la filosofía y la teología. Además, para confirmar su postura, con frecuencia toma como algo cierto lo que no son más que hipótesis y, en otras ocasiones, de un hecho particular saca una teoría general (8).

Resulta mucho más coherente el pensamiento de los que no aprecian una contraposición entre creación y evolución, sino que en los descubrimientos de la ciencia ven hechos que complementan lo que conocemos por Revelación. En efecto, la sagrada Escritura y la Teología informan sobre aspectos del hombre que no son objeto de la investigación biológica en sus diferentes disciplinas. Dado que ni la materia ni la energía tienen razón de ser en sí mismas, es lógico que se admita que han sido creadas. En cuanto al grado potencial de evolución con que Dios proveyó a la primera cosa creada es algo que desconocemos. No repugna el grado máximo de potencialidad, es decir que cada paso del desarrollo y especiación se haya desarrollado sin intervención

expresa de Dios, es decir, sin que Dios haya creado de forma directa todas y cada una de las especies. Ahora bien, teniendo en cuenta que la providencia divina se extiende a todo y en todo tiempo, tampoco repugna pensar que cada paso evolutivo se ha dado bajo esa paternal providencia de Dios, y que se haya seguido el camino más corto, como admiten la mayoría de los evolucionistas (9). Esto ha sido confirmado por el cálculo de los matemáticos, como ya hemos visto en el capítulo 1.

Teniendo en cuenta lo hasta aquí expuesto, se ve que la posición más lógica, tanto bajo el punto de vista científico como de la fe, es defender la evolución pero admitiendo que Dios ha creado el primer principio (materia, energía), que ese primer principio ha evolucionado progresivamente bajo la dirección providencial de Dios, y que la hominización, el paso del hombre irracional a racional, exigió una intervención expresa de Dios, creando un alma espiritual. Esta creación del alma espiritual no nos resulta extraña a los que admitimos que Dios infunde un alma espiritual en el cigoto humano: con el primer hombre debió suceder algo semejante a lo que ocurre cuando un nuevo hombre es concebido en el seno materno.

MONOGENISMO Y POLIGENISMO

Otra verdad de fe sostenida por la Iglesia católica es que todos los hombres procedemos de los primeros padres, Adán y Eva, es decir, defiende el monogenismo. De otra forma, la verdad de fe, según la cual todos los hombres heredamos el pecado de origen, cometido por nuestros primeros padres, no sería sostenible si descendiéramos de varias parejas.

Los que defienden el poligenismo lo hacen basados en la hipótesis de que el paso a homo sapiens moderno no sólo tuvo lugar en Africa sino en muchos lugares a los que había emigrado el Homo erectus, éste, en distintos tiempos y en distintas regiones evolucionó a Homo sapiens (10). Sin embargo, los estudios genéticos, como antes hemos visto, parecen confirmar - dada la escasa diferencia existente en los genomas de las diversas razas humanas actuales-, que nuestros progenitores fueron una o muy pocas parejas (basados exclusivamente en la genética es imposible determinar si fue una o varias parejas) (11).

BIBLIOGRAFÍA

1. MONOD, P., L'Évolution et la nécessité. Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne, París, Seuil, 1970.
2. SKINNER, B. F., Más allá de la libertad y la responsabilidad, Barcelona, Fontanella,

1972.

3. Discussion Forum. Planned parenthood: 9 reasons why abortions should be legal, Net Inc., 2004.
4. MAGNUSSON, R., Angels of death: Exploring the euthanasia underground, Melbourne Univ. Press, 2002.
5. McHENRY, H. M. Y COFFING, K. E., «Australopithecus to Homo: Transformations of body and mind», Ann. Rev. Anthropol., 29, 2000, 125-66.
6. JASTROW, R., The enchanted Loom: Mind in the universe, Nueva York, Simon & Schuster, 1981.
7. BETHELL, T., Agnostic evolutionists, Harper's, febrero, 1985.
8. CHERFAS, J., «The difficulties of Darwinism», New Scientist, 102, 1984, 29-37.
9. GRASSÉ, P. P., Evolution of living organisms, New York Acad. Press, 1977.
10. THOME, A. G. Y WOLPOFF, M. H., «Multiregional of humans», Scientist American, 266, 1992, 28-33.
11. AYALA, F. J. Y O'HUIGIN, Klein J., «Molecular genetics of speciation and human origins», Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 91, 1994, 6787-6794.

Epílogo

En este ensayo, al tratar la evolución del hombre, se ha hecho especial hincapié en alguno de los enigmas que plantean determinados pasos de su desarrollo. Dos cuestiones, de gran trascendencia e íntimamente relacionadas entre sí, son: si hubo un cambio de naturaleza en un momento determinado en la evolución de los homínidos y cuándo tuvo lugar el comienzo del lenguaje.

Los avances técnico-culturales realizados por el hombre en los últimos 40 mil años no se pueden explicar, como algunos pretenden, por un desarrollo mayor del cerebro. No hay duda de que, hasta el Homo sapiens moderno, hubo una cierta proporcionalidad entre el avance en la industria lítica y el aumento del volumen cerebral. El Homo habilis, con una masa encefálica de unos 600 g, comenzó a fabricar los primeros y más rudimentarios utensilios de piedra. El encéfalo del Homo erectus alcanzó los 1.000 g y los instrumentos que produjo, aunque corresponden al Paleolítico inferior, son más variados que los del Homo habilis. El máximo desarrollo encefálico lo alcanzó el Homo neanderthalensis con 1.550 g, y su industria lítica pertenece a la cultura musteriense (Paleolítico medio). Para conseguir este pequeño avance, atribuible al desarrollo cerebral, fueron necesarios dos millones y medio de años y que la masa encefálica se triplicara.

Lo asombroso, más bien diríamos el enigma si se continúa atribuyendo el avance técnico y cultural al aumento del peso encefálico, es que el Homo sapiens moderno, en 40 mil años, con un encéfalo de 1.350 g, es decir, inferior al del Homo neanderthalensis, haya podido pasar de la industria lítica al estado actual de la ciencia y de la técnica.

Si se enfoca este enorme salto del desarrollo actual sin prejuicios materialistas, se ve necesario admitir que no ha sido debido a un cambio meramente somático sino a un cambio de naturaleza, que ha supuesto el paso de ser irracional a racional, es decir, el hombre moderno pasó a ser persona, unidad indivisa de cuerpo y alma.

Esta concepción está en perfecta concordancia con la Sagrada Escritura. En el libro del Génesis se lee: «Dios creó el hombre a su imagen» (Gén. 1, 28). Dado que Dios es espíritu, la semejanza del hombre con Dios ha de referirse a que el hombre tiene un componente espiritual. Luego ha habido un momento en el que Dios creó un alma espiritual y la infundió en nuestros primeros padres, Adán y Eva. Pío XII y, más recientemente, Juan Pablo II, piden a los católicos que al defender la evolución mantengan como doctrina de la Iglesia católica, que el alma del hombre fue creada

expresamente por Dios y no es fruto de la evolución.

Este nuevo hombre, de naturaleza espiritual y, por ello, con potencias anímicas de un orden distinto y superior al de sus antecesores, es el que ha conseguido el asombroso salto de la época de piedra a la era espacial e informática.

El enigma del lenguaje está, como antes decía, en íntima relación con el cambio de naturaleza que experimentó el Homo sapiens moderno.

Se ha hablado y discutido sobre los cambios que necesariamente ha debido experimentar la anatomía de los órganos que intervienen en el lenguaje, desde el Homo erectus al Homo sapiens moderno. No hay duda de que la morfología laríngea, faríngea y oral de un chimpancé no es apta para que este animal pueda hablar. Tampoco posee los centros nerviosos necesarios para la coordinación de los órganos fonadores. Pero fijarse en este aspecto puramente somático es quedarse en la periferia de lo que realmente significa el lenguaje. No hay duda de que sin los componentes somáticos de la fonación no puede haber lenguaje, pero lo que hace necesario el lenguaje es tener algo que decir y que no se puede expresar por señales, como son el amor, los afectos, los pensamientos, en definitiva, lo más íntimo del hombre. Por tanto, el lenguaje surgió como consecuencia del cambio de naturaleza del hombre, cambio que llevó consigo la capacidad de pensar de amar, de interesarse por los demás, y por ello de hablar. Esto no obsta para que, quizá desde el Homo erectus, se fueran produciendo los cambios somáticos necesarios para la articulación de la palabra.

Glosario

Alelo: Una de las formas alternativas de un gen o de una secuencia de ADN

Alelos de tipo silvestre: Los que determinan caracteres normales o comunes en una población.

Achelense: Tradición en la fabricación de útiles de piedra, caracterizada por hachas y destales. El nombre viene de Acheul, localidad cercana a Amiens, en el norte de Francia. Comprende un período que va desde un millón y medio hasta 150 mil años. Esta industria lítica corresponde tanto al Homo erectus como al Homo Neanderthalensis.

Adaptación: Proceso por el cual un organismo se acomoda a las condiciones ambientales.

ADN: Siglas de ácido desoxirribonucleico, uno de los principales tipos de ácidos nucleicos. Está formado por una, o con más frecuencia, por dos cadenas no ramificadas de desoxirribonucleótidos monofosfato.

Arbol filogenético: Orden en el que las ramas (especies) se van separando del tronco común.

Aminoácido: Molécula de un grupo de compuestos orgánicos, que se caracteriza porque contiene uno o más grupos amino y uno o más grupos carboxilo. Los principales son unos 20. Se denominan aminoácidos esenciales aquellos que no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano.

Analogía: Se dice de aquellos seres o cosas que tienen una función similar, aunque por su origen y morfología son diferentes.

Anticodón: Secuencia de bases en una molécula de ARN de transferencia, que se une complementariamente a un codón en particular, por ejemplo, para el codón ATC (adenina, timina, citosina) el correspondiente anticodón es TAG (timina, adenina, guanina), porque la adenina se une a la timina y la guanina a la citosina.

Anticuerpo: Proteína producida por el sistema inmunitario, estimulado por la acción de un antígeno, al que se une y neutraliza.

Antígeno: Molécula patógena, generalmente de naturaleza proteica, que provoca la formación de anticuerpos en el sistema inmunitario.

Antropoide: Miembro del suborden antropoide, engloba monos apes y humanos.

Antropología: Ciencia que estudia los diversos aspectos del hombre.

Apes: Término, más frecuentemente utilizado en lengua inglesa que en la española, que designa a primates como el gibón, gorila, orangután y chimpancé.

Arcaico: Se dice del Homo sapiens, anterior al moderno. Fueron individuos que vivieron en África, Europa y Asia desde unos 400 mil hasta hace unos 100 mil años.

Áreas de asociación: En neurología se dice de los territorios corticales que se encargan de integrar la función de otras áreas de la corteza cerebral.

Área de Broca: territorio de la corteza cerebral situado en la parte posterior de la tercera circunvolución frontal, cuya lesión produce la afasia motora.

Área de Wernicke: Territorio de la corteza cerebral, situado en la parte posterior de la primera circunvolución temporal. Su lesión da lugar a la jergafasia.

Área sensorial: Territorio de la corteza cerebral al que van a terminar impulsos sensitivos. Según el tipo de impulsos que reciben se habla de área visual, auditiva, táctil, etc.

Área motora: Región de la corteza cerebral de la que parten los impulsos motores voluntarios.

Argón: Gas noble, inerte, con número atómico 18 y peso atómico 39,9.

ARN: Sigla del ácido ribonucleico. Se diferencia del ADN en que, en lugar de la base timina, tiene uracilo. Hay tres tipos, de ARN, uno de ellos es el ARN mensajero (ARNm), que es el resultado de la transcripción de una molécula de ADN; otro es el de transferencia, que facilita la síntesis de proteínas.

Auriñaciense: Período del Paleolítico superior caracterizado por la fabricación de lascas, raederas, puntas de hueso de base hendida. Comenzó hace unos 40 mil años y el nombre proviene de la cueva rocosa de Aurignac en el Pirineo francés, en donde se han encontrado un gran número de este tipo de útiles.

Australopiteco: Significa mono austral. Los australopitecos son homínidos que vivieron en el Este y Sur de África durante el interregno de 5 a 1 millón de años.

Autosoma: Uno de los 22 cromosomas no sexuales de nuestro genoma.

Axón: Prolongación del cuerpo neuronal, que sólo presenta una arborización terminal. El impulso nervioso camina por el axón en sentido centrífugo.

Base: En bioquímica, grupo amino de los nucleótidos que forman el ADN.

Bifaz: Utensilio de piedra, plano, cuyo núcleo tiene talladas ambas caras.

Bípedo: Ser que camina sobre dos pies.

Caloría: Unidad de energía equivalente al calor necesario para elevar un grado (de 14,5 a 15,5°) la temperatura de un gramo de agua.

Carnívoro: Animal que se alimenta de carne.

Castelperroniense: Período inicial del Paleolítico superior y final del medio, su duración es de los años 36 a 32 mil. El nombre proviene de Chatel Perron, donde se descubrieron los primeros restos de este período cultural.

Células germinales: Son las células embrionarias de las que proceden los gametos.

Cerebro: Parte del sistema nervioso central que comprende los hemisferios cerebrales (telendéfalo) y el diencéfalo.

Cigoto: Célula resultante de la fusión de los dos gametos: oocito y espermatozoide.

Citoplasma: El plasma que queda contenido en el interior de la membrana celular, exceptuado el núcleo.

Ciado: Grupo de individuos que proceden de un antecesor común.

Clonación: Producción de dos o más individuos con el mismo genoma. Se pueden distinguir dos tipos de donación: uno, la espontánea, es la que tiene lugar en la gemelación homocigótica; otro, la que se produce artificialmente sustituyendo el núcleo de un oocito por otro del individuo que se quiere donar. En este caso la similitud no es tan grande como en el primero porque el oocito receptor del núcleo transplantado también influye en las propiedades del individuo donado.

Corteza cerebral: Capa gris que recubre el cerebro.

Codón: Secuencia de 3 bases en la molécula de ADN, que constituyen una «palabra» en el mensaje usado para crear una proteína específica.

Coefficiente de parentesco: Índice que mide el grado de proximidad genética entre dos individuos, oscila entre 0 (ningún parentesco) y 1, que es el que se da entre gemelos homocigóticos.

Conectivo: Dícese del tejido cuya misión principal es constituir la trama (podríamos decir, el esqueleto) de los órganos y es el constitutivo principal de los tendones y ligamentos del cuerpo.

Cráneo: Esqueleto de la cabeza, se distingue esplanco y neurocráneo. El primero forma el esqueleto de la cara y el segundo el del encéfalo.

Creacionismo: Teoría que admite que la vida y todo lo existente en el universo ha sido creado por Dios según lo expone la Biblia.

Cromátida: Una sola de las dos cadenas que normalmente forman la doble espiral de la molécula de ADN. Va asociada a una proteína y al ARN.

Cromosoma: Cada uno de los pequeños bastoncillos en que se divide la cromatina nuclear en la mitosis. Van emparejados y, en nuestra especie, son 23 pares. De ellos, 22 son autosomas y uno es el sexual. En la mujer el par sexual está formado por los cromosomas XX y en el varón por XY. Los cromosomas son los portadores del material genético.

Cuello de botella: Con esta designación se indica una reducción importante, pero temporal, del tamaño de una población.

Darwin: Naturalista inglés (1809-1882) a quien se le considera padre de la teoría evolucionista.

Darwinismo: Hipótesis que explica la evolución por la selección natural.

Datación: Procedimiento para conocer la antigüedad de una muestra. Hay diversos procedimientos mediante los que se puede saber la antigüedad desde unos años hasta millones de años.

Delección: Supresión de pares de bases en la cadena de ADN, tal supresión puede oscilar

entre uno y miles de pares.

Diencéfalo: Parte del cerebro, que comprende el tálamo, el epitálamo y el hipotálamo.

Dimorfismo sexual: Diferencias entre ambos sexos, en morfología, tamaño, etc. En los primeros homínidos era muy significativa.

Distancia genética: Se basa en los rasgos genéticos comunes entre dos o más poblaciones.

Dominante: Dícese de un alelo que produce el mismo fenotipo, sea homo o heterocigoto.

Duplicación de genes: Es una de las mutaciones en que, como su nombre indica, uno o varios genes se duplican. La mayor parte de las veces tales mutaciones son perjudiciales, aunque sólo sea un gen el que se duplica.

Encefalización: Proceso por el que, en la evolución, el desarrollo del encéfalo es, proporcionalmente, mayor que el resto del cuerpo.

Equilibrio puntual: Hipótesis según la cual la evolución se da de forma discontinua y a grandes saltos.

Entrecruzamiento (crossing over): Intercambio de material genético en la meiosis (recombinación de los genes).

Era: La mayor subdivisión del tiempo geológico, se distinguen cinco eras, las dos más recientes son la mesozoica y la cenozoica.

Especiación: Origen de nuevas especies.

Especie: Es la formada por individuos una de cuyas características más marcadas es que son fértiles entre sí y no lo son con individuos de otras especies.

Estratificación poblacional: Presencia en una población de diferentes subgrupos étnicos, que pueden presentar distinta susceptibilidad para enfermedades complejas.

Evolución: Teoría que admite e intenta explicar que la diversidad de especies actuales proceden de una o varias especies primitivas, que a lo largo del tiempo han ido generando nuevas especies. Entre los evolucionistas hay unos radicales, que piensan que de la materia orgánica se originó la vida y que del primer ser viviente derivan todos los que vemos en la actualidad, y todo ello en virtud de la propia materia. Otros

evolucionistas admiten que tanto en el origen de la vida, como en el paso del hombre irracional a racional ha intervenido Dios y en general que todos los pasos se han realizado bajo la acción providente de Dios.

Exón: Parte de un gen que se transcribe en ARNm, después del recorte y empalme. Corresponde a regiones codificantes de proteínas.

Expresión de genes: Se da cuando la función encomendada a ese gen es activa. Puede ser diferente si las circunstancias en que se expresa son distintas.

Familia de genes: Está formada por genes similares pero no idénticos, originados por un proceso de duplicación y divergencia.

Fenocopia: Fenotipo similar al de otro con un genotipo diferente. Es una prueba de la influencia del ambiente en el desarrollo.

Fenotipo: La forma en que cada individuo se expresa su genotipo. Viene determinado por los genes y por el medio ambiente en el que el embrión y feto se desarrollan.

Fósil: Resto preservado de un organismo, mineralizado y, generalmente, incluido en roca.

Frecuencia alélica: Frecuencia de cada alelo en locos polimórfico, dentro de una población determinada.

Gameto: Célula sexual haploide (oocito y espermatozoide).

Gemelos: Dícese de los hermanos que nacen en el mismo parto.

Gemelos dicigóticos: Los provinientes de dos cigotos.

Gemelos homocigóticos: Hermanos gemelos que proceden de un mismo cigoto, por lo que tienen el mismo genoma.

Gen: Entidad biológica (es una secuencia de la cadena de ADN) por la que un carácter se transmite de padres a hijos.

Género: Categoría taxonómica, inferior a la familia y superior a la especie.

Genes homeóticos: Genes que no intervienen en la formación de los órganos, pero si sufren una mutación aparecen malformaciones en los diferentes segmentos del cuerpo.

Genes ortólogos: Genes homólogos en diferentes especies. Tales genes descienden de un gen del antecesor común a esas especies.

Genes parálogos: Genes de una especie que se han originado por duplicación de un gen ancestral.

Genoma: El conjunto de genes de un ser vivo.

Genus (o género): Grupo de especies estrechamente relacionadas entre sí. En la nomenclatura utilizada en Biología cada organismo viene designado por dos nombres: el primero (con mayúscula) corresponde al género y el segundo a la especie.

Grupo sanguíneo: Viene dado por el tipo de antígeno que se encuentra en la superficie de los glóbulos rojos. Los antígenos, y por tanto los grupos sanguíneos, se les conoce como A, B, AB, 0 y Rh. Cuando se transfunde sangre de un grupo sanguíneo a otro distinto, los anticuerpos de la sangre transfundida reaccionan con los antígenos del receptor, produciendo destrucción de los hematíes.

Haploide: Célula que sólo tiene una guarnición de cromosomas, como sucede con las células sexuales.

Haplotipo: Conjunto de alelos próximos que tienden a heredarse conjuntamente, pues no se separan en la recombinación meiótica.

Heterocigoto: Organismo diploide cuyas células contienen dos alelos distintos en un determinado locus.

Hibridación: Unión entre dos individuos con genotipos o fenotipos diferentes. En biología molecular significa el emparejamiento específico entre cadenas complementarias de ADN o de ARN.

Hibridación de ADN: Método para separar y recombinar segmentos de la cadena de ADN en diferentes especies, lo que permite establecer su similitud genética.

Hioides: Pequeño hueso en forma de herradura, que se encuentra en el ángulo que forma la cara con el cuello y que interviene en escasa medida en la fonación.

Histocompatibilidad: Tolerancia o falta de reacción ante un tejido transplantado, porque no se produce reacción antigénica. Sólo en los gemelos homocigóticos se da una histocompatibilidad completa.

Homínidos: Seres que se separaron del tronco común con los chimpancés (hace unos 7 millones de años), su diferencia más característica fue el bipedalismo. Los primeros fueron los australopitecos y de ellos se han originado de forma sucesiva: el Homo habilis, el Homo erectus.

Homíninos: Son los que se suelen conocer como Homo sapiens y comprende a los heidelbergenses, a los neandertales y al hombre moderno.

Homocigoto: Organismo diploide cuyos cromosomas llevan dos copias del mismo alelo.

Homólogos: Genes similares, por descendencia de un ancestro común.

Impulso nervioso: Es el potencial de acción en el caso de las fibras nerviosas.

Índice cefálico: Se obtiene al dividir la longitud por la anchura del cráneo.

Inserción: Agregación de pares de bases a la cadena de ADN, pueden ser una o muchas.

Intrón: Segmento de ADN que es transcrito en ARN, pero que no interviene en la formación de una proteína.

Isótopo: Elemento químico con el mismo número atómico pero de un peso distinto al de otro elemento.

Laringe: Parte del aparato respiratorio, comprendida entre la faringe y la tráquea, es el principal órgano de la fonación.

Lasca: Fragmento de piedra producido al golpear el núcleo con otra piedra.

Ligamiento: Tendencia de dos marcadores genéticos a ser heredados conjuntamente en la meiosis.

Línea pura: Es la de los organismos que se reproducen sexualmente sin mostrar variación en los caracteres biológicos heredados.

Locus: Región cromosómica, que corresponde a un gen o a una secuencia determinada de ADN.

Macroevolución: Es la que tiene lugar cuando hay un cambio de especie.

Mapa genético: Mapa genómico basado en el orden y las distancias entre genes y marcadores genéticos, medidas por frecuencia de recombinación.

Marcadores genéticos: Son genes cuya posición en el cromosoma es conocida, por lo que se usan para localizar otros genes próximos ligados a ellos.

Matrilinaje: Conjunto de individuos emparentados por vía materna.

Mendel, G.: Monje agustino (1822-1884) que, investigando la hibridación de distintos tipos de guisantes, elaboró las que hoy conocemos como «Leyes de Mendel». Se le considera el padre de la genética.

Meiosis: División celular mediante la que se forman los gametos. Hay dos divisiones sucesivas: en la segunda es cuando se reduce a la mitad el número de cromosomas (meiosis de reducción), por lo cual los gametos son células haploides.

Microevolución: Corresponde al cambio de raza, dentro de una misma especie, por tanto no es verdadera evolución.

Mitocondrias: Orgánulos celulares situados en el citoplasma, que contienen ADN; para distinguirlo del nuclear se denomina ADN mitocondrial.

Migración: Movimiento de individuos o de una población de un territorio a otros lugares.

Mitosis: Proceso de replicación de los cromosomas en las células corporales, por lo que una célula produce dos idénticas.

Multirregional: Hipótesis según la cual el hombre actual se originaría no sólo en África, sino en otras regiones del antiguo continente.

Musteriense: Industria lítica del Paleolítico medio, corresponde a los neandertales.

Mutación: Aparición de nuevos alelos, o dicho de otra manera: cualquier cambio heredable de material genético que aparezca ex novo.

Mutación hacia delante: La que se produce en un línea pura de tipo silvestre.

Mutación cromosómica: Tipo de mutación en el que cambian amplias zonas de un cromosoma, a causa de deleciones, adiciones o reorganizaciones.

Mutación puntual: Cambio en la secuencia de bases del ADN en un solo gen.

Mutaciones de resistencia: Las que experimentan los organismos que les hacen resistentes a drogas que son letales para el tipo silvestre.

Mutaciones supresoras: Las que suprimen el efecto de una mutación hacia delante, mimetizando el fenotipo silvestre.

Neocórtex: La porción de cubierta gris del cerebro de origen filogenético más reciente. En nuestra especie es en la que alcanza mayor desarrollo.

Neodarwinismo: Hipótesis que vino a actualizar el darwinismo, admitiendo que, además de la selección natural, también hay que contar con las mutaciones genéticas.

Neurona: Célula del sistema nervioso, de morfología y tamaño muy diferentes. A las neuronas se deben las principales características funcionales del sistema nervioso.

Neurotransmisores: Sustancias de muy diversa configuración molecular que, liberadas en la superficie presináptica y captadas por los receptores de la superficie postsináptica, permiten el paso del impulso nervioso de una neurona a otra.

Núcleo: En Citología, designa la parte central de la célula, delimitada por la membrana nuclear y que contiene cromatina.

Núcleo: En Paleoantropología, es la parte de una piedra de la que, por sucesivos golpes, se van tallando lascas, hasta conseguir un determinado utensilio.

Oldowan: Tradición lítica, que corresponde al Homo habilis, es la más simple, pues la fabricación de útiles se obtiene golpeando una piedra contra otra y sólo por una cara.

Oncogen: Gen que ha sufrido una mutación y está implicado en la etiología del cáncer.

Out of África: Hipótesis según la cual los hombres actuales proceden de África y, desde ahí, se extendieron al resto del mundo.

Paleolítico: Período de tiempo que se extiende desde hace 2 millones y medio de años hasta hace unos 15 mil años. Se divide en Paleolítico inferior (2,5-350 mil), medio (de 350 mil a 40 mil), y superior (desde hace 40 mil a unos 15 mil).

Par de bases: El que forman dos bases, de ambas cadenas de ADN, unidas por un átomo de hidrógeno. Los pares de bases en el ADN nuclear están formados por adenina-guanina, o bien por citosina-timina.

Penetrancia: Frecuencia con la que un determinado genotipo se manifiesta en el fenotipo.

Período: Espacio de tiempo que corresponde a la subdivisión de una era geológica.

Pleiotropía: Característica de los alelos que pueden producir múltiples efectos en el organismo.

Polimórfico: Locus heterocigótico, que aparece con una frecuencia significativa en una población.

Polimorfismo: Se dice cuando hay al menos dos alelos distintos, por ejemplo, en los grupos sanguíneos tenemos los alelos A, B, AB y 0.

Polimorfismo equilibrado: El polimorfismo que se mantiene en una población, debido a que el heterocigoto tiene mayor ventaja selectiva que el homocigoto.

Potasio: Elemento metálico blando, de color plateado, con número atómico 19 y peso atómico 39,09.

Potencial de acción: Fenómeno eléctrico, que sigue la ley del «todo o nada» y que se conduce sin decremento a lo largo de una membrana.

Proteína recombinante: La producida por expresión de un gen en una célula huésped heteróloga.

Proteínas: Macromoléculas formadas por una larga cadena de aminoácidos.

Recesivo: Alelo que sólo se expresa cuando es homocigoto.

Reloj molecular: Se basa en la hipótesis según la cual los cambios genéticos se dan en una tasa constante, por lo que se puede usar para medir el tiempo transcurrido desde que dos especies tuvieron por última vez un antepasado común.

Ribosomas: Pequeños orgánulos celulares compuestos de proteína y ácido nucleico, que ponen en contacto, temporalmente, el ARN mensajero y el de transferencia durante la síntesis de proteínas.

Selección natural: Proceso debido a la capacidad de adaptación de los seres vivos a los cambios del medio ambiente y a la mayor capacidad de reproducción.

Sinapsis: Punto de contacto del botón terminal del axón de una neurona con el botón sináptico de la dendrita de otra neurona. Para que el impulso nervioso pase a través de la hendidura sináptica, es preciso que la superficie presináptica libere un neurotransmisor y que éste sea captado por los receptores de la superficie postsináptica.

Telencéfalo: Corresponde a los hemisferios cerebrales.

Torus supraorbitarius: Rodete o prominencia supraorbitaria, muy pronunciado en los antecesores del hombre actual.

Transcripción: Proceso de síntesis de una molécula de ARN por la acción de la ARN-polimerasa, tomando como molde la cadena antisentido del ADN genómico.

Índice

PRÓLOGO	9
INTRODUCCIÓN	11
Capítulo 1.-ALGUNAS IDEAS SOBRE EVOLUCIÓN	15
Darwinismo	16
Neodarwinismo	18
¿Azar en las mutaciones?	19
Polémica en torno al azar y el diseño inteligente como conductores de la evolución	19
Controversias político-religiosas, en los planes de estudio, con motivo de la evolución	21
El creacionismo	22
El diseño inteligente	22
Réplicas de los evolucionistas al DI	24
Matemáticas y evolución	25
Bibliografía	28
Capítulo 2.-NUEVAS TÉCNICAS AUXILIARES EN PALEOANTROPOLOGÍA	30
Los genes	31
Mutaciones	32
Relojes moleculares	33
Evolución por duplicación de genes	34
El ADN mitocondrial	35
Nuevos métodos de datación	36
Datación con potasio-argón	37
Datación mediante termoluminiscencia	38
Capítulo 3.-SANO ESCEPTICISMO EN PALEOANTROPOLOGÍA	41
La Paleoantropología: Ciencia de suposiciones	42
Dieta y crecimiento cerebral	44
Volumen cerebral y desarrollo técnico-cultural	45

Sobre la aparición del lenguaje	46
Capítulo 4.-UNA OJEADA A LA EVOLUCIÓN DEL HOMBRE	49
Australopitecos	52
El gran avance de los australopitecos	57
Cambios morfofuncionales necesarios para adquirir la marcha bípeda	58
¿Fueron necesaria una o múltiples mutaciones?	60
De los australopitecos al primer Homo	61
Genus homo	61
Homo erectus	63
Homo antecessor	66
Homo heidelbergensis	67
Capítulo 5.-EL ENIGMA DEL HOMO NEANDERTHALENSIS	71
Rasgos morfológicos	72
Cultura de los neanderthales	77
Condiciones de vida	78
¿Hablaba?	79
Relaciones entre neanderthales y hombres modernos	80
Datos del ADN en los neanderthales	81
Su extinción	82
Disparidad entre desarrollo cerebral y desarrollo técnico-cultural	83
Los gigantes de la Sagrada Escritura y los neanderthales	84
Capítulo 6.-HOMO SAPIENS IDALTU Y HOMO SAPIENS MODERNO	87
Homo sapiens moderno	90
Cambios psicológicos	91