

La paleoneurología y el desarrollo del cerebro en los homínidos*

ALFONSO ESCOBAR†‡ Y
CRISTINA ARUFFO‡

A pesar de que las actividades descritas como ciencia por el hombre son exclusivas de él, hay en el mundo animal toda una serie de actividades en las que se pueden encontrar analogías primitivas a esta actividad científica. La ciencia humana y la tecnología, que han producido la teoría de la relatividad y la comprensión de la clave genética, pueden parecer muy alejadas de la conducta de mamíferos prehumanos y sin embargo, hay una secuencia.

El hombre es, hasta ahora, el producto final de una línea evolutiva caracterizada por un potencial cerebral creciente y gracias a éste, por un creciente poder de análisis, explicación, aprendizaje y manipulación. La "llegada" del hombre significó la de un animal que se adaptó al ambiente y desarrolló ciertas características para las que poseía el potencial genético. Entre estas se encuentran: 1. la habilidad para tener un pensamiento abstracto en tiempo y espacio — inventiva; 2. el lenguaje — y se entiende como lenguaje a la transferencia de la evaluación de una imagen cualquiera y de cualquier tipo de experiencia a la esfera auditivo-vocal¹ — que le

permitió la transferencia de experiencia en tiempo y espacio; 3. la habilidad de fabricar y utilizar herramientas. Con el aprovechamiento de estas características, primordialmente debidas al desarrollo cerebral, el hombre ha podido llegar a su actual "éxito evolutivo", en el que la ciencia y la tecnología son la representación de la explotación sistemática de esas ventajas.

El problema surge cuando se trata de explicar cómo el hombre llegó a tener estas características evolutivas ventajosas y a ser, por lo tanto, *Homo sapiens*. Desgraciadamente ninguna serie de especies vivientes constituye una secuencia evolutiva, por lo que la comparación entre las formas actuales puede conducir a errores en la reconstrucción de esa línea evolutiva.² Sin embargo, los hallazgos fósiles, junto con estudios de anatomía comparada, pueden dar luz sobre la evolución del hombre actual.

Restos fósiles

El cráneo ocupa una posición clave en el estudio de los restos fósiles, ya que es el "índice" del desarrollo cerebral del individuo, al igual que los dientes y mandíbulas constituyen "índices" de sus hábitos alimenticios. Es por esto que la paleoneurología proporciona la única información "directa" necesaria para el estudio de la evolución de los homínidos, mediante el análisis de los moldes endocraneanos.

* Presentada en la sesión ordinaria de la Academia Nacional de Medicina, celebrada el 14 de marzo de 1979.

‡ Académico titular.

‡ Departamento de Neurobiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

A principios del terciario, hace 70 000 000 de años, se cree que surgieron los primates más antiguos, los plesiadápidos. En el paleoceno y el eoceno, aparecieron primates más avanzados, que pertenecían al mismo grupo de los lemures y los tarsioideos actuales. Fue en el oligoceno, hace 45 000 000 de años aproximadamente, que aparecieron los monos primitivos y los simios antropoides. En el mioceno, hace 30 000 000 de años, los simios antropoides se diversificaron en distintas partes del mundo. Los primeros homínidos que se conocen datan del principio del pleistoceno, hace 1 000 000 de años; sin embargo, el hecho de que estos ya se encontraban bastante avanzados en la dirección de la evolución de los homínidos, hace evidente que debieron existir predecesores a los encontrados en el plioceno.^{3,4}

La evolución de los homínidos a partir de sus ancestros primates, ocurrió rápidamente en los últimos dos millones de años. La rapidez de este fenómeno evolutivo se ha atribuido a la inestabilidad del clima,³ ya que hubo cuatro grandes glaciaciones en el pleistoceno, en cada una de las cuales el hielo se extendió y cubrió a Europa y Nortamérica; en cambio, en el continente africano sólo hubo las fases correspondientes, con precipitación pluvial abundante.^{3,4} Por otra parte, durante el terciario se formaron los Himalayas, los cuales actuaron como una barrera climática, de modo que los climas que antes eran tropicales se tornaron templados, las junglas disminuyeron en tamaño y muchas frutas empezaron a aparecer de manera estacional.

Debido a esos cambios climáticos, las presiones de selección sobre los homínidos eran muchas, de tal suerte que cualquier carácter nuevo y ventajoso, tanto estructural como conductual, tenía gran valor. Entre los caracteres adquiridos se pueden mencionar la postura erecta, que permitía recorrer grandes distancias, tener las manos libres y una mayor visibilidad sobre los altos pastos; el uso de las manos para fabricar herramientas y armas; la adquisición del lenguaje para comunicarse entre sí y el desarrollo físico tardío, por la inmadurez al nacimiento.

A grandes rasgos se puede hablar de cuatro fases estructurales principales en el proceso evolutivo,³ desde los ancestros prehumanos u homínidos hasta el hombre actual: 1. fase prehumana o australopiteco; 2. fase humana temprana, los habilinos; 3. fase humana tardía, el pitecantropo; 4. fase humana moderna, el *Homo sapiens*.

Hay autores que consideran que la historia de la evolución de los homínidos es más antigua que la aparición del australopiteco, ya que consideran a los ramapitecos del mioceno (hace 14 millones de años) como homínidos. Se cree que por los cambios climáticos antes mencionados, los ramapitecos se vieron obligados a salir de los bosques en busca de alimentos. Una vez en la sabana, estos organismos evolucionaron rápidamente y aquellos capaces

de estar en posición erecta, aunque temporalmente, fueron favorecidos, ya que la postura erecta les permitía ver la presa y a los depredadores. Dentro de las características más importantes de los ramapitecos, que hace que se les relacione con los homínidos, se encuentra la dentición: la forma de la arcada dental y la pequeñez de los caninos, con reducción en la altura de la corona y longitud de las raíces, en comparación con los monos africanos.

En 1925, en Taung (Sudáfrica) se descubrió el primer cráneo de australopiteco. Se cree que este, el cráneo de Taung, corresponde a una de las especies más tempranas de australopitecos, cuya edad de aparición ha sido calculada en uno a uno y medio millones de años. Las características del cráneo de Taung son: 1. pequeña capacidad craneana, de 500 a 550 ml.^{3,6} y según otros, de 600 a 700 ml.⁴ o sea ligeramente mayor a la de los monos actuales; 2. cráneo redondeado; 3. prominencia de la frente; 4. posición baja de la protuberancia occipital, con el *foramen magnum* en posición anterior (indicativo de postura erecta); 5. arcada dental regular y redondeada; 6. anatomía detallada de los molares (número de cúspides) y premolares grandes, incisivos y caninos pequeños, por lo que se puede decir que tenían una dentición del tipo de los homínidos.⁴

La pelvis y los huesos de las extremidades estaban constituidos según el mismo plano estructural básico de los homínidos, pero con diferencias respecto al *Homo sapiens* actual. Con base en esas características se identificó al cráneo de Taung como *Australopithecus africanus*.

En los australopitecos se ha sugerido que la reducción de los caninos se debió a una disminución en la competencia interna entre machos y a mayor atención hacia la familia.⁷

En 1936, en Stekfontein, cerca de Johannesburgo, se encontró una serie de fósiles, a los que por su morfología Robert Broome agrupó con el cráneo Taung como *A. africanus*.³ Raymond Dart (cit. por von Bonin⁸) encontró, posteriormente más fósiles de *A. africanus* en Makapangat (Sudáfrica). Broome y Robinson (cit. por Day³) encontraron en Swartkrans y Kromdraai restos fósiles diferentes del *A. africanus*, a los que llamaron *Paranthropus*, mientras que en Olduvai, Leakey^{9,10} encontró un cráneo del que llamó *Zinjanthropus*. Estos eran individuos de talla mayor que el *A. africanus*, con dientes, mandíbulas y paladar óseo grandes. Presentaban, además, una serie de crestas occipitales, sagitales y supramastoideas en el cráneo, para la inserción de la musculatura necesaria para el movimiento de sus pesadas mandíbulas; sus dientes, aunque muy grandes, eran estructuralmente semejantes a los de *A. africanus*. Debido a las semejanzas de *Zinjanthropus* y *Paranthropus* con el *A. africanus*, se decidió considerarlos dentro de un mismo género y se les cambió el nombre al de *A. robustus*;⁴ sin embargo, hay

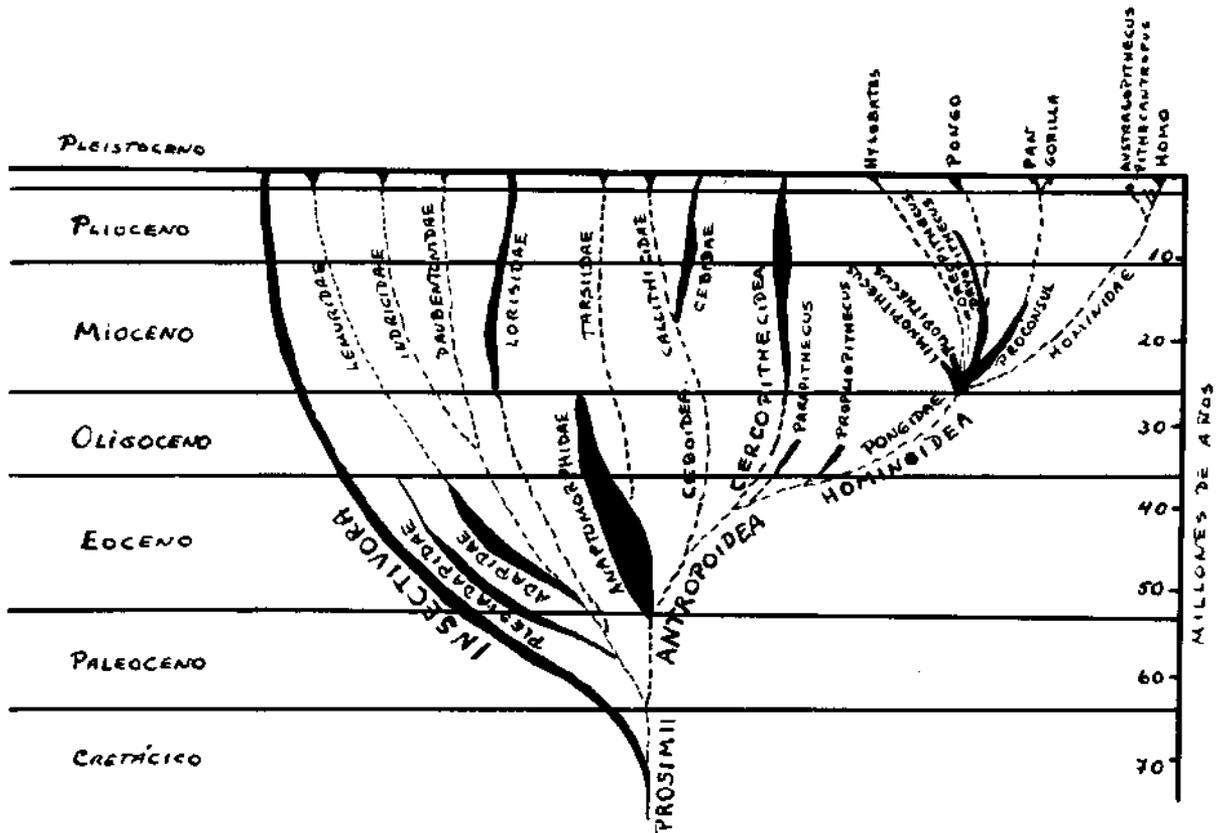


Fig. 1. Arbol filogenético de los primates.

autores que todavía los consideran como un género aparte, *Paranthropus*.

Cabe también hacer notar que la existencia de dos especies de australopitecos en la primera parte del pleistoceno en África, implica un largo periodo previo de desarrollo histórico de este linaje.⁵ De hecho, en el Transval, se han encontrado restos de una mandíbula, la "mandíbula de Lotagan", de aproximadamente cinco millones de años de edad, que se atribuye al *A. africanus*.

Los australopitecos se pueden clasificar en dos grupos principales: *A. africanus* y *A. robustus*. Los *A. africanus* eran individuos de complejión pequeña, ágiles, bípedos, cuyo cerebro ha evolucionado mucho hasta la forma del *H. habilis*, por un mecanismo de retroalimentación. Además, sus dientes indican que la dieta posiblemente incluía carne. Esto hace pensar que el *A. africanus* fabricaba utensilios para la cacería, cuya existencia niegan algunos autores.^{3,6} Se ha asociado al *A. africanus* con la industria osteodontoquerática, que consistía en utilizar la epífisis de húmeros y otros huesos largos de antílope como arma para matar a la presa. Otros estudiosos sí han encontrado herramientas de piedra de distintos tamaños entre los miembros del género *Australopithecus*, las cuales, debido a que fueron descubiertas en los depósitos de Olduvai, se agruparon en la llamada industria olduvense.^{4,9,11}

Los miembros del otro grupo, *A. robustus*, cuyo cerebro se mantuvo estable, tenían dientes excepcionalmente grandes, vivían en ambiente forestal, y posiblemente eran herbívoros.

Se ha considerado a ambas especies de australopitecos como homínidos, por la forma del cráneo, la posición del *foramen magnum*, la anatomía de los dientes y por su cerebro más evolucionado que el de los simios antropomorfos.* Sobre esto último, se ha señalado en los moldes endocraneanos que la tercera circunvolución frontal inferior es mayor que en los pongínidos, aunque ambos poseen un cerebro aproximadamente del mismo tamaño. Asimismo, se señala que la superficie orbitaria del lóbulo frontal tiene morfología humana, a diferencia de la de los pongínidos, que se halla limitada por el delgado *rostrum olfactorium*. La altura del cerebro, del polo de los lóbulos temporales al vértice de la

* Se hace la comparación del cerebro de los homínidos con el de los pongínidos, ya que, por estudios de anatomía comparada, aunados a los datos de fósiles, se aclaró que los *Hominidae* (familia zoológica que incluye al *Homo sapiens* y sus precursores extintos) están más cercanamente relacionados a la familia de monos *Pongidae* que a cualquier otro grupo de primates; tan es así, que ambos se incluyen en la superfamilia *Hominoidae*.¹² (fig. 1).

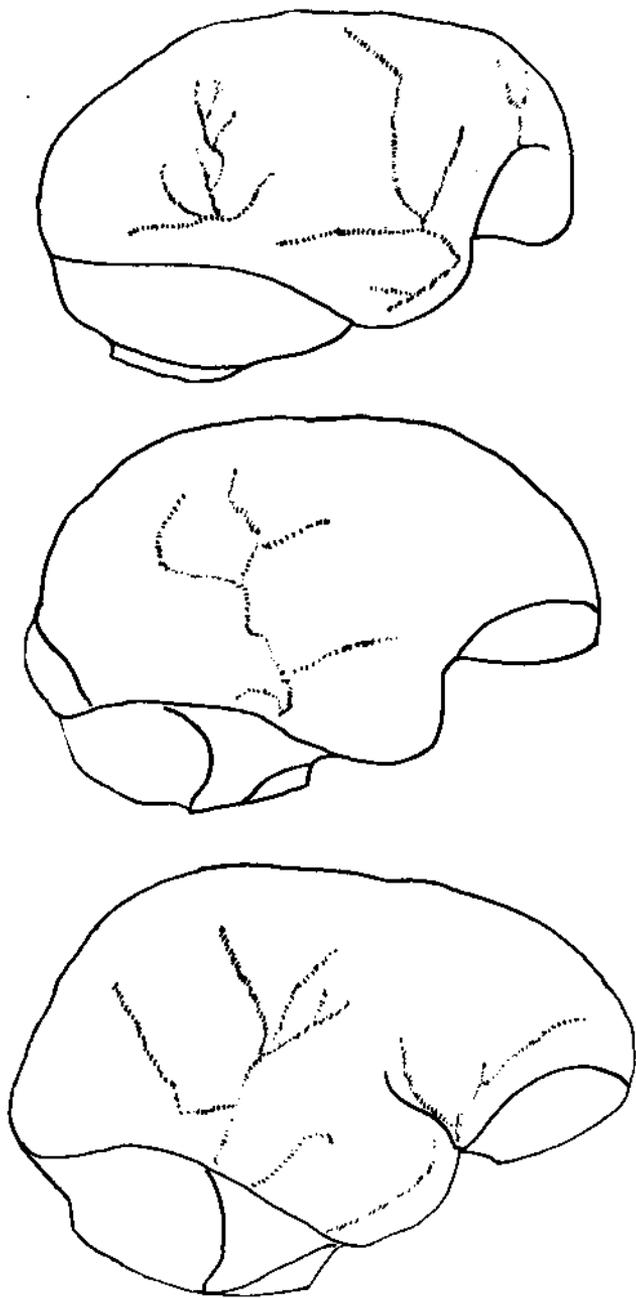


Fig. 2. Moldes endocraneanos de un chimpancé (arriba), orangután (en medio) y *A. africanus* (abajo). Nótese el desarrollo de los lóbulos parietal y frontal.

corteza cerebral del australopiteco es más grande, proporcionalmente, que en los pongínidos, lo que sugiere crecimiento y desarrollo de los lóbulos parietales y temporales. El lóbulo temporal tiene configuración homínida. El surco lunar, que define el borde entre la corteza occipital y parietal cuando aparece (sólo en 10 por ciento de los casos en el hombre) lo hace cercano al polo occipital, al igual que en el hombre, lo que indica que los lóbulos

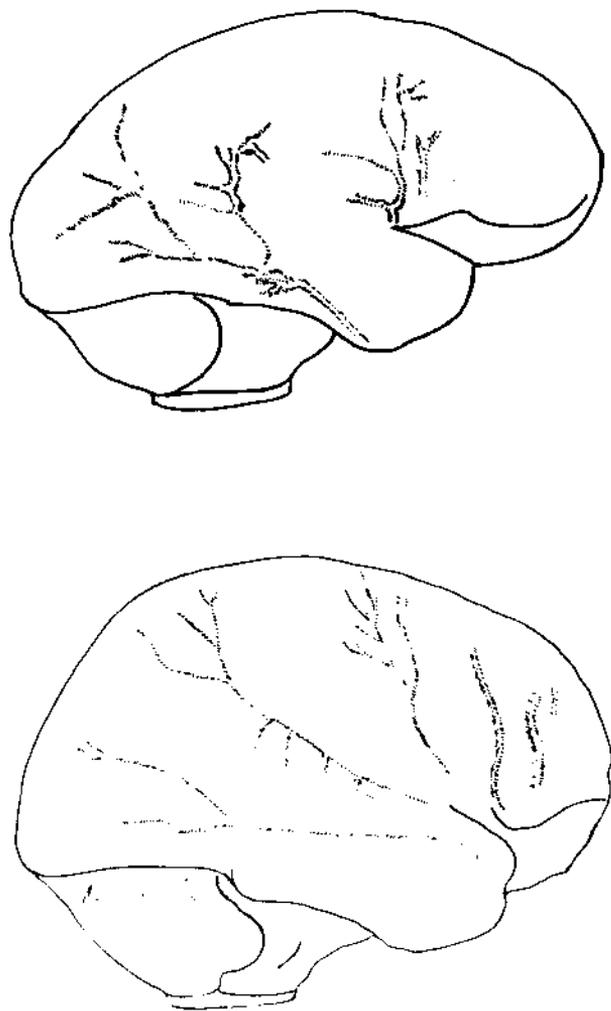


Fig. 3. Moldes endocraneanos de *Homo erectus* (arriba) y *Homo sapiens* (abajo), que muestran el incremento de los lóbulos frontal y parietal.

parietales de *Australopithecus* eran mayores que los de los pongínidos, en los que el surco lunar se encuentra más adelante, lo que indica un lóbulo occipital mayor¹³ (figs. 2 y 3). Hay que hacer notar que los surcos del lóbulo occipital están tan íntimamente cubiertos de pía-aracnoides, que no es posible verlos a través de la dura, por lo que hay que sospechar que tal era el caso de los homínidos ya extintos y que, por lo tanto, los datos que indican la existencia de este surco en los moldes endocraneanos de fósiles deben ser considerados con cierta reserva.

También se ha señalado que la dominancia cerebral se hallaba desarrollada en los *Australopithecus*. Esto se ha conjeturado de la información obtenida del examen de las fracturas de cráneos fósiles de babuinos (*Chocropithecus anubis*) que han sido

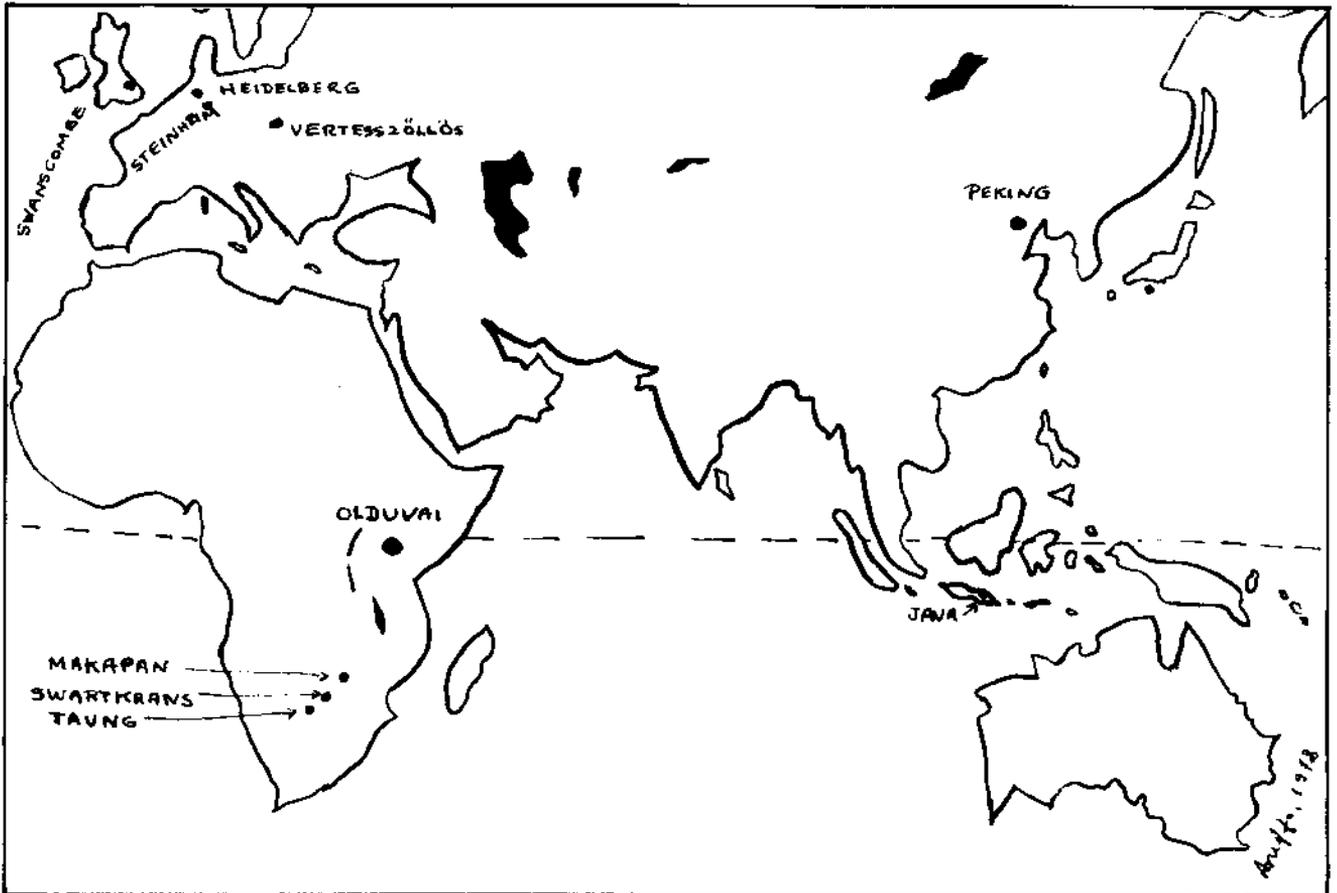


Fig. 4. Mapa en el que se indican algunos sitios donde se han encontrado restos fósiles de homínidos (véase el texto).

encontrados junto con los restos de australopitecos; así Dart concluyó que 20 por ciento de los australopitecos eran zurdos.⁶

En Olduvai, muy cerca de donde se encontró el gran cráneo de *A. robustus*, Leakey⁹ encontró en 1960 otros restos fósiles que se atribuyeron a una nueva especie de hombres, *Homo habilis*.^{14,16} Este es el homínido más antiguo conocido con la habilidad de fabricar herramientas simples y armas con un patrón constante. Se ha establecido que la capa en la cual se encontraron esos restos data de hace 1 750 000 años. Los restos corresponden a dos cráneos juveniles, a pesar de lo cual su capacidad craneana, con un volumen de 670 ml., es mayor que la del australopiteco (500 a 550 ml.). La mandíbula es más redonda que la de los australopitecos y la mano es capaz de efectuar la oposición de los dedos con el pulgar, ya que el dedo pulgar es aplanado, a diferencia de los otros dedos que son pequeños y curvos. Gracias a eso, la mano del *H. habilis* podía efectuar movimientos tales como la prensión.

Debido a que *H. habilis* y *A. robustus* emergieron al mismo tiempo, es poco probable que uno fuera el ancestro del otro. Sin embargo, el *A. africanus*, aunque también contemporáneo de ambos,

es más antiguo, por lo que es probable que el *H. habilis*, con un futuro evolutivo prometedor y el *A. robustus*, como línea terminal, surgieron de *A. africanus*.¹⁵ Es importante hacer notar que algunos autores¹⁴ han postulado la posibilidad que *H. habilis* sea en realidad un *A. africanus* y que por lo tanto las herramientas de la industria olduvense sean instrumentos fabricados por este grupo de australopitecos.

Los *Pithecanthropus* vivieron en el pleistoceno medio, hace medio millón de años. Dentro de los *Pithecanthropus* se encuentra el hombre de Java (*Homo erectus erectus*), descubierto por Dubois en 1891 en Java, y el hombre de Pekín* (*Sinanthropus*), descubierto por Davidson Black (fig. 4). Estos homínidos tienen capacidad craneana de 900-1200 ml., o sea mayor que la del *H. habilis*. Poseen dientes robustos, presentan taurodontismo (cavidad

* Se debe señalar, como dato curioso, que los restos del hombre de Pekín, se hallan perdidos. La última vez que se les vio habían sido entregados a un soldado norteamericano de infantería de marina, ante la inminente evacuación de Pekín, a punto de caer en manos de las tropas de Mao-Tse-Tung.¹⁶

pulpar de molares y premolares agrandada) con un cíngulo (corona de esmalte curvada) en los caninos, premolares y molares; estas últimas características se consideran evolutivamente primitivas.³ Los segundos premolares salían antes que los premolares caninos, contrariamente a lo que ocurre en el hombre moderno. Hay evidencias de que los pitecantropos utilizaban el fuego, lo que indicaría un paso evolutivo muy importante en el desarrollo del hombre.

Posteriormente, en el norte de África se encontró un cráneo semejante en cuanto a su morfología al del hombre de Pekín y de Java, al cual inicialmente se le consideró como *Telanthropus*, pero después se le incluyó en el grupo de *H. erectus*. El cráneo encontrado en el norte de África se caracteriza por ser grueso, aplanado frontalmente con una pequeña apófisis mastoidea; el plano occipital es oblicuo y la cresta occipital prominente, lo que sugiere la existencia de potentes músculos del cuello.

Los hombres del pleistoceno medio deben considerarse como los primeros hombres fósiles.³ Se han encontrado desde China hasta el este de África y de Java y en la costa del Mediterráneo. Presentan un aumento gradual de su estatura y de su cavidad craneana, que en ellos va de 850 a 1200 ml. Fabricaban utensilios y controlaban el fuego. Los huesos de grandes animales encontrados en el mismo sitio que los de pitecantropos sugieren que la cacería era probablemente cooperativa, lo cual indica que existía una forma de comunicación entre los miembros del grupo, si bien no hay manera de determinar si los *Pithecanthropus* tuvieron o no lenguaje articulado. De cualquier manera, se ha podido establecer que la mandíbula era suficientemente masiva para no permitir el movimiento libre de la lengua necesario para la articulación del sonido.³

En 1908 se descubrió una mandíbula muy grande y robusta pero con dientes proporcionalmente pequeños, los que presentan morfología humana, no tienen ángulos y el taurodontismo está muy reducido. Esta mandíbula presenta caracteres antiguos, tales como el tamaño de la mandíbula, ausencia de la eminencia mentoniana, gran anchura de la parte ascendente posterior de la mandíbula y poca profundidad de la escotadura de su borde superior, índice del poderoso desarrollo del músculo masetero, a la vez que otros rasgos modernos, tales como la dentición. Se cree por todo esto que esta mandíbula, que se consideró perteneciente al hombre de Heidelberg, está filogenéticamente entre *Homo erectus* y *Homo sapiens*. Sin embargo, no hay más datos para corroborar esta suposición.

Tres maxilares inferiores semejantes a las del hombre de Heidelberg, fueron descubiertas en Ternifine, Argelia, asociados a instrumentos de piedra de una industria acheulense precoz.

En Vertesszöllös, cerca de Budapest, se encontró en 1965 un hueso occipital que sugiere una

gran cavidad craneal; este es el primer resto de los que se consideran del hombre moderno. Posteriormente, en Swanscombe se encontró un cráneo con capacidad de 1355 ml.^{3,4} Los restos del cráneo de Swanscombe indican que había un tipo de hombre acheulense, con una industria que duró hasta el tercer periodo interglacial y que se caracterizó por hachas de mano, que no era muy diferente en su anatomía al *Homo sapiens*. En Steinheim, Alemania, se encontró el cráneo de Tabun, con prominencia frontal desarrollada y maxilar superior sólido como rasgos primitivos. La parte posterior del cráneo es redondeada y las crestas occipitales para la inserción de la musculatura del cuello no están muy desarrolladas. Debido a estas características se considera al cráneo de Steinheim un enlace anatómico entre *Pithecanthropus* y *H. sapiens*.

La fase musteriense de la cultura paleolítica —caracterizada por instrumentos de lascas grandes talladas, elaboradas cuidadosamente, así como por la práctica, por primera vez, de entierro ceremonial— que siguió a la acheulense, fue señalada por la aparición del *Homo neanderthalensis*.⁴

El hombre de Neanderthal poseía un cráneo inflado y con paredes de gran espesor en comparación con el *H. erectus*; de hecho se ha dicho que su capacidad craneana era mayor que la del hombre moderno^{3,4,17} (fig. 5). Los fósiles encontrados indican que se trataba de un hombre con frente retraída, arcos supraorbitarios prominentes, región occipital expandida con crestas para la inserción de los músculos de la nuca, cara grande aplanada y orificios nasales y orbitarias grandes, mandíbula robusta sin mentón; el plano del foramen estaba más inclinado hacia atrás en relación al del *H. sapiens*, lo cual sugiere una inclinación hacia adelante de la cabeza sobre la columna; los dientes eran grandes y presentaban taurodontismo. Las apófisis espinosas de las vértebras del cuello, para la inserción de los músculos de la nuca, eran más largas que en el hombre moderno.

Debido a que muchas de las características anatómicas antes descritas del hombre de Neanderthal lo hacen más parecido al simio que al *Homo sapiens*, se ha deducido^{4,8} que no representa una etapa intermedia en la evolución del *H. sapiens*, sino que más bien fue una línea colateral aberrante de evolución, resultado de una regresión evolutiva manifestada en un desarrollo exagerado de ciertos rasgos similares a los de los simios antropoides.

Se han encontrado restos del hombre de Neanderthal en Europa (esto incluye al esqueleto de Chappelle-aux-Saints), el norte de África (se puede mencionar al *Homo rhodesiensis* como una variante del hombre de Neanderthal) en Java (*Homo soloensis*) y en Palestina. Aparentemente los hombres de Neanderthal desaparecieron de Europa de manera abrupta, después del clímax de la última glaciación,⁴ cuando fueron reemplazados por la población del paleolítico superior de tipo moderno.

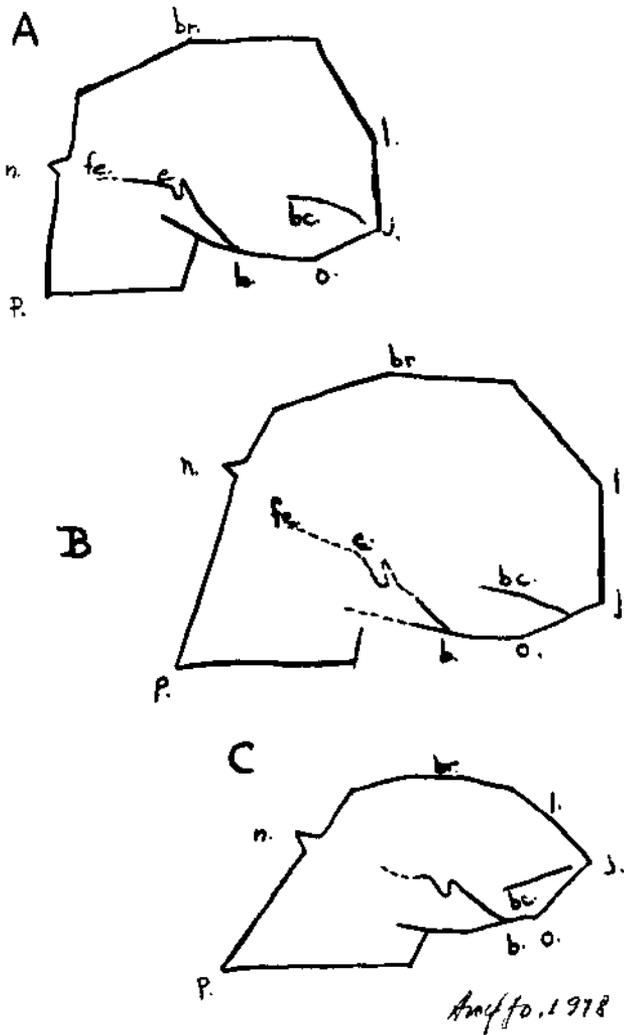


Fig. 5. Comparación entre el cráneo del hombre moderno (A), hombre de Neanderthal (B) y chimpancé (C). Nótese la desproporción del cráneo del hombre de Neanderthal en relación con el hombre moderno.

Se ha sugerido⁴ que el desarrollo progresivo del cerebro de los pitecantropos condujo a la aparición del hombre de tipo Neanderthal generalizado. En este punto (época acheulense) de la evolución de los *Hominidae*, aparentemente aparecieron dos líneas separadas. En una, la expansión continuada del cerebro se asoció con el desarrollo exagerado de los arcos supraorbitarios, los maxilares y el paladar, algunas especializaciones del cráneo y dientes y cambios regresivos en el esqueleto de las extremidades, lo que condujo al hombre de Neanderthal asociado a la cultura musteriense tardía. En la otra, el agrandamiento progresivo del cerebro se asoció con disminución del tamaño de los arcos supraorbitarios, maxilares y dientes, con la construcción de un cráneo más redondeado, con frente vertical y la conservación de los caracteres de los miembros ya desarrollados

en los pitecantropos. Esta segunda línea condujo al *Homo sapiens* al través del hombre acheulense.

Probablemente Europa fue invadida, antes de terminar la última glaciación, por los aurignacios, que poseían cultura superior a la de los hombres de Neanderthal; es posible que ellos los hayan desplazado. En capas correspondientes al pleistoceno superior, en Francia, se encontraron restos de habitantes aurignacienses. Tenían cráneo alargado y angosto, con cara ancha, abertura nasal y órbitas aplanadas y rectangulares; además, eran altos y musculosos.^{3,4} A los restos antes descritos se les dio el nombre de Cro-Magnon, localidad en la que se les encontró. Los sucesores del hombre de Cro-Magnon pertenecen al periodo neolítico de hace 8 000 años y aunque son *H. sapiens*, tenían también dolicocefalia (cráneo largo y angosto). En ellos empezó a introducirse la braquicefalia (cráneo con forma más redondeada) que ha sido considerada como la culminación de la postura erecta, y la reducción de la arquitectura del cráneo-crestas.¹⁸ Esta población presentó un avance cultural vital para el desarrollo del hombre, constituido por el hombre-ser sedentario.

El periodo de la cultura aurignaciense fue seguido en algunas partes por la industria solutrense, de corta duración, en la cual se producían finas hojas jabalinas. Luego vino el periodo magdaleniense, en el cual los artefactos de piedra fueron complementados por una gran variedad de instrumentos tallados en asta de reno, tales como arpones y puntas de lanzas. Fue en ese periodo que culminó la práctica del arte en las cuevas. Los fósiles de individuos que pertenecían a la cultura magdaleniense muestran caracteres anatómicos muy semejantes a los del esquizimal actual.

En 1947, Helmut de Terra¹⁹ encontró, cerca de Tepexpan, en el valle de México, los restos de un hombre adulto, al que se denominó hombre de Tepexpan. El cráneo del hombre de Tepexpan, uno de los más importantes restos de los indios americanos, tiene una capacidad de 1 540 ml. y se le ha calculado una estatura de 1.70 m. La edad de su esqueleto se ha calculado en 11 000 a 12 000 años. Por otros restos encontrados junto al hombre de Tepexpan, se ha pensado que era cazador de grandes animales.

Con estos restos de hombres modernos, se ha definido al *H. sapiens* como aquel que tiene capacidad craneana promedio de 1 350 ml., frente aproximadamente vertical, región occipital redondeada, área relativamente pequeña para la inserción de la musculatura del cuello, mandíbulas y dientes de tamaño reducido, quijada y extremidades adaptadas a la posición erecta.¹²

De lo que hasta ahora se ha dicho, se puede decir con justa razón, que el hombre es hombre por su cerebro. Ya Aristóteles decía que "de todos los animales, el hombre tiene el cerebro más grande en proporción a su tamaño". En la actualidad, en es-

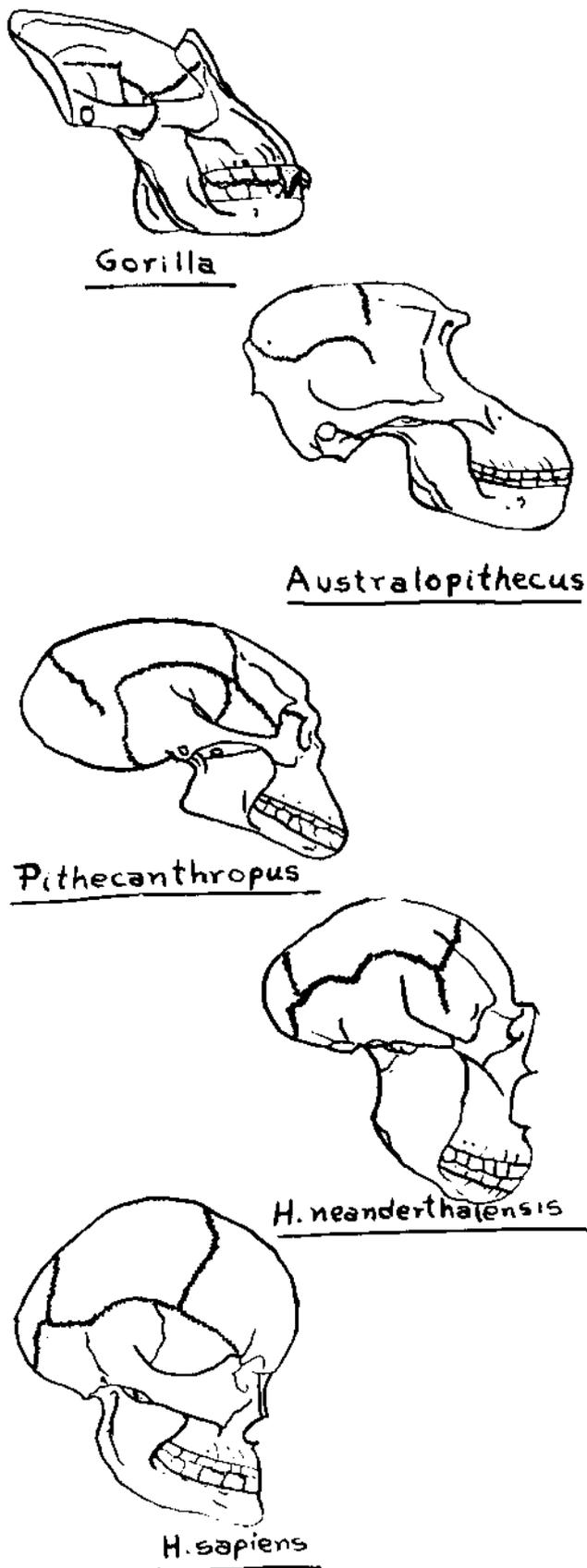


Fig. 6. Comparación del cráneo de los homínidos.

tudios hechos en un grupo de población mexicana,²⁰ se ha determinado que el peso promedio del cerebro del mexicano, para los dos sexos, es de 1 300 gramos, valor que se puede dar en general al grupo taxonómico *Homo sapiens sapiens*.

La capacidad craneana se ha considerado como un índice del peso cerebral (se ha establecido que un centímetro cúbico del tejido cerebral pesa 1.036 gramos¹⁷) y por lo tanto del desarrollo cerebral. Sin embargo, aunque ha sido posible establecer, mediante el registro fósil, que el encéfalo ha incrementado su tamaño desde el australopiteco hasta el hombre moderno (fig. 6), gracias a la expansión de los lóbulos parietal y frontal, resulta difícil tratar de comparar la capacidad intelectual del *H. sapiens sapiens* con la de sus ancestros. Además, se ha podido determinar que el cerebro no ha aumentado en tamaño, desde los homínidos del pleistoceno medio hasta la fecha.¹⁷

El peso cerebral no siempre refleja la capacidad intelectual, como se sabe de estudios recientes. Por ejemplo, cerebros de personas destacadas, como Anatole France y Franz Joseph Gall, pesaban sólo 1 189 gramos, y el de Albert Einstein, 1 188, mientras que el de otros hombres igualmente notables, como el de Lord Byron, pesó, como excepción, 1 807 gramos. Estos pesos son iguales a los del cerebro de personas consideradas como ordinarias.⁸

Planteadas la pregunta de si es posible determinar el modo en que un cerebro crece durante la filogenia del hombre, los únicos datos disponibles para contestarla son los que proporcionan los restos fósiles y los estudios de anatomía comparada.

Si se toma en consideración que el cerebro de hombres prehistóricos se ha valorado con base en cálculos obtenidos de moldes endocraneanos, es muy poco lo que se puede inferir sobre algunos aspectos anatómicos, tales como surcos y circunvoluciones; mucho más difícil sería tratar de establecer una correlación funcional. Aun cuando se pudiese determinar la fisuración del cerebro de los homínidos, las conclusiones en cuanto a la conducta de éstos serían también mínimas, ya que se ha observado que las fisuras son muy variables y no dan luz sobre las características mentales.⁸ Por otra parte, se sabe muy poco sobre las proporciones corporales de las formas fósiles, lo cual es de gran importancia, ya que el peso promedio del cerebro aumenta en relación directa con el tamaño corporal, tanto en el hombre como en la mujer.^{20, 21}

Una de las estructuras encefálicas que mejor se observa en los moldes endocraneanos es la arteria meningea media y sus ramas; sin embargo, en estudios hechos por von Bonin y otros autores, no se ha podido llegar a obtener ninguna conclusión significativa.

Para obtener datos más concluyentes de los restos fósiles, von Bonin⁹ utilizó las constantes encefalo-

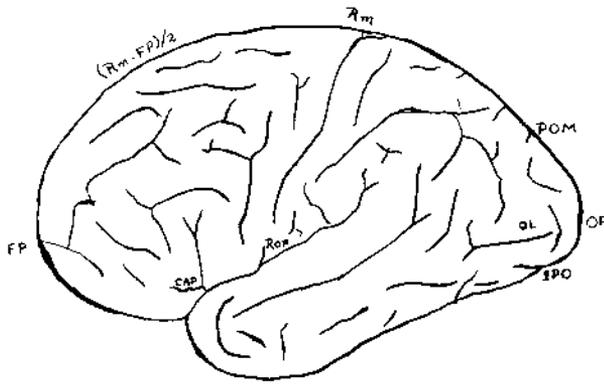


Fig. 7. Constantes encefalométricas, vista lateral (véase texto).

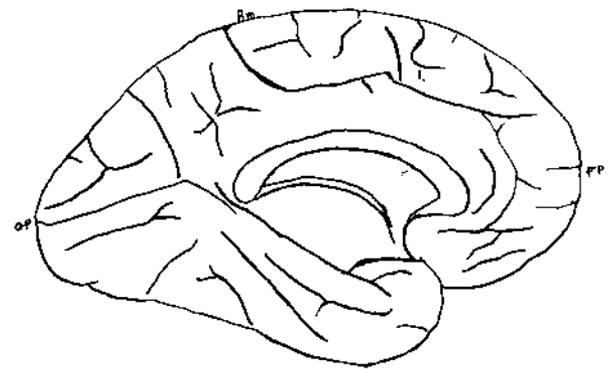


Fig. 8. Constantes encefalométricas, vista medial (véase texto).

métricas de von Economo y determinó sus valores en los moldes endocraneanos. Se visualizaron los extremos superior (*Rm*) e inferior (*Rop*) del surco central y la localización de la cisura parieto-occipital (*pom*). Aunque ninguno de estos puntos puede ser localizado de manera exacta en los moldes endocraneanos, las posiciones de *Rm* y *pom* pueden ser inferidas con unos pocos milímetros de error, gracias a las elevaciones causadas por las venas que entran al seno sagital superior. También se localizó el área de Broca (*cap*), que se encuentra con facilidad por ser el punto en el lóbulo frontal opuesto al polo temporal. El surco parieto-occipital inferior (*ipo*) también se infiere con pocos milímetros de error;

los polos frontal (*FP*) y occipital (*OP*) se distinguen con claridad en los moldes endocraneanos (fig. 7 y 8).

Con los datos que se obtuvieron al medir las longitudes entre las estructuras antes mencionadas (cuadros 1 y 1A) resulta evidente que los cerebros de los australopitecos son menores que los de los pithecanthropos aunque la diferencia no es muy grande. El punto de mayor interés reside en cómo se desarrollaron relativamente las diferentes partes del cerebro en estos dos grupos. El cambio más importante y obvio es el aumento en la altura relativa del cerebro. Si se observan los índices 3/4 y 7/8, se puede ver que los lóbulos frontales en formas fósiles

Cuadro 1. Encefalometría. Medidas absolutas de *Australopithecus* y *Sinanthropus*.*

Longitudes encefalométricas (en mm.)**	<i>Australopithecus</i>	<i>Plesianthropus I</i>	<i>Pithecanthropus I</i>	<i>Sinanthropus</i> Loc E	<i>Sinanthropus</i> Loc E I	<i>Sinanthropus</i> Loc E II	<i>Pithecanthropus II</i>
1. OP-pom	30	28	40	38	32	30	26
2. pom-Rm	40	32	35	63	50	68	54
3. Rm-FP	105	100	130	110	130	125	110
4. OP-FP sag	175	160	205	211	212	223	190
5. OP-ol	30	30	50	60	60	40	—
6. ol-Rop	58	55	70	65	60	70	125
7. Rop-FP	70	70	85	83	95	85	70
8. OP-FP lat	158	155	205	208	215	195	195
9. Rm-ipo	50	75	75	90	78	90	—
10. (Rm-FP/2) cap	80	80	98	100	93	107	—
11. Rm-Rop	—	—	—	90	105	100	85

* Tomado de G. von Bonin.⁸

** 1-4. Arco sagital y subdivisiones.
5-8. Arco horizontal y subdivisiones.
9-11. Ver figuras.

Cuadro 1A. Encefalometría. Índices computados de las longitudes dadas en el cuadro 1.

Índices	<i>Austra- lopithe- cus</i>	<i>Plesi- anthro- pus I</i>	<i>Pithe- canthro- pus I</i>	<i>Sinan- thro- pus Loc E</i>	<i>Sinan- thro- pus Loc E I</i>	<i>Sinan- thro- pus Loc E II</i>	<i>Pithe- canthro- pus II</i>	Hombre moderno
(100×1)/4	17.1	17.5	19.5	18.0	15.5	13.7	13.6	19.6
(100×2)/4	22.6	20.0	17.5	30.0	23.6	28.4	28.4	20.7
(100×3)/4	60.3	62.5	63.0	52.0	60.9	57.9	58.0	59.7
(100×5)/8	19.0	19.4	21.4	28.8	28.0	20.4	—	—
(100×6)/8	36.6	35.4	34.3	31.2	28.0	35.8	—	—
(100×7)/8	44.3	45.0	41.4	40.0	44.2	43.6	35.8	41.0
(100×9)/8	31.8	48.1	36.7	43.2	36.3	46.2	—	—

y en el hombre moderno difieren poco en tamaño. Por otra parte, si se observa la profundidad del lóbulo parietal (*Rm-ipo*) se puede ver que este se expande en forma considerable durante la antropogénesis.

Entre los hombres de Neanderthal, el panorama cambia considerablemente (cuadros 2 y 2A). El lóbulo occipital mantiene su mismo tamaño relativo, pero el lóbulo parietal aparentemente aumenta de tamaño a expensas del lóbulo frontal.

En los homínidos del paleolítico superior (cuadros 3 y 3A) se observan casi las mismas características que presenta el hombre moderno, excepto, tal vez, que el cerebro era más grande en ellos que en el hombre moderno, lo que se hace evidente por los datos para el lóbulo frontal (cuadros 3 y 3A).

Por otra parte, los moldes endocraneanos no pro-

porcionan dato alguno sobre la organización interna del cerebro, importantes para la plasticidad y funcionamiento adecuado del mismo. Dentro de los datos que pueden proporcionar información acerca de la organización interna del cerebro, se pueden mencionar los siguientes: densidad dendrítica, índice glía/neurona, organización citoarquitectónica, número de sinapsis y otros. Debido a que las especialidades conductuales involucran muchos circuitos neuronales que actúan simultáneamente o a intervalos de milisegundos,²² es indispensable conocer la organización interna de un cerebro para poder determinar la conducta del portador del mismo.

De hecho, se ha visto que puede aumentar el número de elementos nerviosos activos, básicamente en la densidad del neurópilo, sin que cambie el diámetro cefálico.¹⁷ Evidencia de la importancia que

Cuadro 2. Encefalometría. Medidas absolutas de los hombres de Neanderthal*.

Longitudes encefalométri- cas (en mm.)	Sal- danha	Rho- desia	Gibal- tar	Neander- thal	La Cha- pelle aux Saints	La Quina	Le Mous- tier
1. OP-pom	45	40	—	30	53	50	28
2. pom-Rm	65	48	—	93	51	60	98
3. Rm-FP	130	130	—	125	140	141	140
4. OP-FP sag	240	218	—	248	244	251	266
5. OP-ol	40	45	—	—	—	—	—
6. ol-Rop	85	80	—	—	153	142	145
7. Rop-FP	80	95	—	—	87	92	100
8. OP-FP lat	215	220	—	—	240	234	245
9. Rm-ipo	115	90	—	—	—	—	—
10. (Rm-FP/2) cap	85	105	—	—	—	—	—
11. Rm-Rop	—	117	—	—	113	97	115

* Tomado de G. von Bonin.⁸

Cuadro 2A. Encefalometría. Índices calculados de las longitudes dadas en el cuadro 2.

Índices	Saldanha	Rhodesia	Neanderthal	La Chapelle aux Saints	La Quina	Le Moustier	Hombre moderno
(100×1)/4	19.8	18.5	13.4	21.9	20.1	11.5	19.6
(100×2)/4	27.2	22.5	37.2	21.7	23.8	36.9	20.7
(100×3)/4	54.0	60.0	50.4	56.4	56.1	51.6	59.7
(100×5)/8	18.7	20.4	—	—	—	—	—
(100×6)/8	39.5	36.2	—	—	—	—	—
(100×7)/8	37.2	43.0	—	36.2	39.3	40.7	41.0
(100×9)/8	53.3	47.8	—	—	—	—	53.2

tiene la organización interna del cerebro, es que la diferencia en el tamaño cerebral de un simio antropoide y de un homínido primitivo es casi nula; sin embargo, por los restos de la cultura olduvense, resulta evidente que los australopitecos superaban en inteligencia a los simios antropoides. ¿Cómo poder explicar esto si no es por la presencia de una mejor organización cerebral en los australopitecos?

Por otra parte, la anatomía comparada ha permitido hacer ciertas inferencias sobre el proceso por el cual sigue esta línea evolutiva. En el mono, el área de asociación es muy pequeña y va aumentando en simios antropoides hasta llegar a su máxima expresión en el hombre actual. El crecimiento se da en el centro entre el campo somestésico, acústico y visual. En otras palabras, no se trata de un crecimiento periférico, sino que es un crecimiento por intercalación. En cuanto al lóbulo frontal, siempre se ha dicho que en el hombre se ha añadido la tercera cir-

cunvolución frontal, pero si se estudia la citoarquitectura, se ve que las áreas de la tercera circunvolución frontal están presentes tanto en el hombre como en el mono. Ambas regiones corticales de la tercera circunvolución frontal (la FCBm y la FDI') se reconocen tanto en el hombre como en el mono. Más bien es la parte que se encuentra por encima de esta circunvolución, o sean las áreas de asociación, las que son mayores en el hombre.⁸

De igual manera que en el lóbulo frontal, el crecimiento en el lóbulo parietal ha sido por intercalación. Esta idea, de que las partes filogenéticamente nuevas están intercaladas con las filogenéticamente más antiguas, está de acuerdo con la teoría dual de Dart, acerca del origen de la neocorteza; este autor propone que la neocorteza se originó a partir de regiones hipocámpicas y prepiriformes.

Los homínidos evolucionaron en respuesta a con-

Cuadro 3. Encefalometría. Medidas absolutas de los paleolíticos superiores y series comparativas.*

Longitudes encefalométricas (en mm.)	Cro-Magnon	Galley Hill	Pred-most 3	Pred-most 4	Pred-most 9	Pred-most 10	Hombre moderno	Chimpancé	Maca-co
1. OP-pom	60	34	33	30	50	33	68.4	29.1	22.7
2. pom-Rm	60	49	70	80	78	78	56.9	29.8	16.4
3. Rm-FP	154	164	153	153	146	145	147.0	84.9	75.5
4. OP-FP sag	274	247	256	263	274	256	246.3	143.8	84.6
5 y 6. OP-Rop	154	140	150	145	146	140	—	135.2	91.7
7. Rop-FP	96	116	100	100	110	95	93.8	51.7	32.8
8. OP-FP lat	250	251	250	245	256	235	229.0	143.4	85.9
9. Rm-ipo	—	—	—	—	—	—	122.0	71.6	43.0
10. (Rm-FP/2) cap	—	—	—	—	—	—	85.0	57.0	31.4
11. Rm-Rop	125	106	125	125	120	116	105.6	71.4	40.3

* Tomado de G. von Bonin.⁸

Cudaro 3A. Encefalometría. Índices calculados de las longitudes dadas en el cuadro 3.

Índices	Cro-Magnon	Predmost 3	Predmost 4	Predmost 9	Predmost 10	Hombre moderno
(100×1)/4	21.8	12.9	11.4	18.3	12.8	19.6
(100×2)/4	21.8	27.2	30.3	28.6	30.4	20.7
(100×3)/4	56.4	59.9	58.3	53.1	56.8	59.7
(100×5 y 6)/8	61.5	60.0	59.0	56.0	59.5	59.0
(100×7)/8	38.5	40.0	41.0	44.0	40.5	41.0

diciones ambientales que ya no existen. La posición erecta y la dentición homínida evolucionaron mucho antes que la fabricación de herramientas o de que apareciera cualquier otra característica considerada como humana.^{7, 9, 11} Posteriormente se empezaron a utilizar las herramientas y apareció la cacería.

Debido al desarrollo infantil tan prolongado en el hombre, la hembra tenía que estar alejada de la cacería para poder cuidar a su hijo, por lo que fue necesario que el hombre se encargara de obtener alimento para la mujer y la descendencia, conducta que ya se observa en el chimpancé. De esta manera se fueron formando cada vez mayores lazos de unión entre un hombre y una mujer; además, la mujer que se quedaba en el campamento se dedicaba a la colecta de frutas y semillas, de modo que empieza a haber una división en su trabajo. Por otra parte, el cazador tenía que conocer bien los hábitos de su presa, lo que le sirvió como un estímulo a su memoria. No fue sino hasta después de este paso evolutivo que el cerebro de los homínidos empezó a aumentar en tamaño, mediante un proceso que se puede denominar de retroalimentación,^{5, 22} ya que el cerebro es un órgano de adaptación plástica. Es decir, el uso exitoso de herramientas muy primitivas y simples actuó como un estímulo sensorial para provocar el desarrollo del neuropilo cortical, y este desarrollo trajo a su vez consigo el desarrollo de mejores herramientas, lo cual no es más que una muestra de la plasticidad del cerebro.^{13, 22} En otras palabras, se puede decir que el desarrollo del cerebro humano fue gradual y resultado de la interacción con el desarrollo de ciertos rasgos humanos, tales como el incremento en el uso de las manos, sobre todo del pulgar, lo que redundó en aumento de las funciones mentales asociadas a una organización social y al desarrollo del lenguaje.^{22, 28} Cabe hacer notar que este desarrollo cerebral no ocurrió accidentalmente, sino porque poseía valor para la supervivencia.

Debido a que el cerebro evolucionó en una relación de retroalimentación con otros aspectos de la evolución humana, su estructura refleja su historia.²⁴ Se puede decir, por ejemplo, que las áreas del cerebro relacionadas con las habilidades manuales, intelectuales y del lenguaje, han alcanzado un desarrollo

notable en el *H. sapiens*, en relación con las de los monos antropoides. Cabe hacer notar que tanto el control del lenguaje como el de las habilidades manuales parece estar exclusivamente limitado a la corteza de un hemisferio cerebral, lo que constituye la lateralización cerebral única en el hombre. El gran aumento en el tamaño, en el curso de la evolución, de los lóbulos frontales y parietales y del cuerpo caloso, hace evidente que tales estructuras tenían y tienen una función importante. De igual manera, el tálamo y otros ganglios basales son tres veces más grandes en el hombre que en los simios antropoides, lo que demuestra que la expansión evolutiva cortical del cerebro del *H. sapiens sapiens* incluye, además de las estructuras filogenéticamente nuevas, las filogenéticamente antiguas, a las que añaden nuevos núcleos necesarios para establecer circuitos con la neocorteza. Esto demuestra que todo el cerebro ha evolucionado como un sistema en interacción continua, en el cual las distintas estructuras poseen valor gracias a que interactúan con otras.

En conclusión, sólo se puede decir que el cambio cuantitativo trae aparejado un cambio cualitativo, como resultado de un proceso de interacción con el medio ambiente.

En cuanto al desarrollo del lenguaje articulado, no es posible establecer su origen. Sólo se puede mencionar que Dart⁸ propone que la pesca fue un gran incentivo para el desarrollo del lenguaje, ya que es una ocupación que necesita de gran colaboración, pero todo esto son sólo suposiciones. De cualquier manera, es indudable que hubo un lenguaje simple que precedió al complejo lenguaje moderno.

Existen puntos de vista contradictorios sobre el desarrollo de la destreza manual en los homínidos. Algunos autores creen que la preferencia manual apareció tardíamente,²⁵ aunque es posible que en efecto sea solamente el resultado de aprendizaje, influido también por necesidades del medio ambiente, p.ej. la supervivencia. Los estudios recientes han podido demostrar que la preferencia manual es un producto de mero aprendizaje.²⁶ De cualquier manera, la vocalización —el lenguaje hablado— sí es resultado de especialización hemisférica. En estudios recientes se ha podido comprobar que el hemisferio

menor —el hemisferio no dominante— ejecuta funciones de identificación visuo-espacial, mientras que el hemisferio mayor controla los mecanismos motores para el lenguaje. En otras palabras, el hemisferio menor es más capaz de visualizar en tres dimensiones, de abstraer las formas y por ende, de integrar mejor que el derecho. Por esto, no está fuera de la lógica suponer que durante la evolución de los homínidos, la percepción Gestalt pueda haber lateralizado al hemisferio menor, como consecuencia de un antagonismo entre funciones del lenguaje y la percepción.²⁷

En cuanto a la paleoneuropatología, es poco lo que se puede decir, ya que cualquier evidencia geológica de enfermedad está restringida a lesiones patológicas de las partes duras que se fosilizan.^{25, 28} Dentro de los pocos casos que se tienen, se puede mencionar el cráneo de Rodesia, que exhibe dos perforaciones en el proceso mastoideo, las cuales posiblemente sean resultado de algún absceso del oído medio. Con base en esto, se puede especular que este hombre del paleolítico tuvo meningitis o encefalitis. También se puede mencionar el caso de una mujer del neolítico, cuya quinta vértebra lumbar tenía las láminas completamente separadas del resto del hueso. Seguramente esta mujer tuvo trastornos neurológicos, ya que ambas láminas estaban desplazadas hacia delante sobre el cuerpo de la vértebra sacra, con lo que posiblemente el disco intervertebral se degeneró.

Por otra parte, características que se consideran anormales en el hombre moderno no deben ser consideradas como patológicas en nuestros antepasados, ya que estas se pueden considerar como normales en especies determinadas. Tal es el caso del gran grosor de las paredes del cráneo de los pitecantropos, que en los simios modernos se considera como el resultado de una osteitis deformante, o del gran tamaño de la cabeza, manos y pies del *Homo neanderthalensis*, normal en él pero considerado como patológico en el hombre moderno (acromegalia).

Por último, cabe decir que aunque se ha diagnosticado sífilis frecuentemente en los europeos prehistóricos y americanos precolombianos, la naturaleza de las lesiones que produce la sífilis no se puede diferenciar de reacciones similares subperiosteas, como respuesta a microorganismos y otras enfermedades.²⁶ Esto se debe a que ninguno de los cambios inflamatorios del hueso en los fósiles se puede diagnosticar con precisión como sífilis.

Aunque son magras las conclusiones que se pueden obtener en cuanto a la evolución mental de los homínidos con base en los restos fósiles, se requiere mucha prudencia al interpretar moldes endocraneanos, para evitar errores tan serios como los cometidos en el caso del llamado hombre de Piltdown. En efecto se creyó, durante mucho tiempo, que este era el "eslabón perdido", que relacionaba al hombre

moderno con los simios, y resultó ser sólo una broma de mal gusto fabricada por colegas celosos, con una mandíbula de simio y un cráneo de hombre modernos.^{4, 7, 23} Otro ejemplo son los trabajos de Morton, que "inconscientemente" utilizó y manipuló los datos de la capacidad de cráneos modernos para determinar y probar la existencia del racismo.²¹ Morton amasó la más grande colección predarwiniana de cráneos humanos y midió su capacidad craneana, sin distinguir entre los cráneos de hombres y mujeres y sin considerar estaturas. Aparentemente, Morton incluyó los cráneos más pequeños de la colección de los indios y negros, para obtener el promedio de capacidad endocraneana de estos grupos raciales y sólo consideró los cráneos más grandes al tabular los promedios para la raza caucásica, de manera no intencionada.²¹ Por lo tanto, como ya es obvio para todos, los resultados que obtuvo Morton apoyaron su teoría, que afirmaba que en inteligencia los caucásicos eran superiores a los indios y estos a su vez superiores a los negros. Este error, del cual se ha dado cuenta en forma amplia, debe evitarse en estudios similares.²¹

Comentarios

Es evidente que la encefalización en el hombre moderno se ha desarrollado de manera gradual²⁰ y los cerebros de nuestros antepasados fósiles constituyen la representación de las fases intermedias entre el hombre y los primates actuales.

La inteligencia no es manifestación de una actividad neuronal localizada que se efectúa en regiones filogenéticamente nuevas del cerebro,^{30, 31} sino el resultado de una función cerebral general de interacción entre los diversos componentes cerebrales y de la del individuo con su medio.

Sobre la base del examen de cráneos fósiles y de los moldes endocraneanos, es difícil establecer con certeza cuál sería la capacidad de abstracción y de funciones mentales en el hombre primitivo. Es de suponer que dado el ambiente en que tuvo que vivir, se propició el desarrollo de áreas motoras y sensoriales primarias en el cerebro, y de cierta manera se relegaron las funciones mentales a un segundo término. Este hecho no es discutido en otros estudios^{32, 33} y sólo se hace mención del efecto secundario,^{34, 35} lo que parece indicar que el hombre primitivo tenía buen desarrollo de los lóbulos parietales.

La función mental puede ser valorada en retrospecto como la productora de cultura. De acuerdo con nuestros estándares actuales, podríamos considerar que el hombre primitivo era inculto, cosa insostenible. El hecho de haber producido instrumentos, puede considerarse una manifestación de cultura, concepto con el que no están de acuerdo otros autores.³⁶⁻³⁸ Creemos válido establecer que cultura es creatividad.

El siglo XX ha visto el desarrollo tecnológico y

científico más brillante de lo que hasta ahora abarca la historia del hombre sobre la Tierra. Cada uno de los avances científicos y tecnológicos forma parte de una cadena de conocimientos que se han ido sumando y multiplicando al través de los tiempos; cada avance propicia la aparición de otro y esto en la época actual sucede a escala logarítmica. Se puede decir, sin temor a equivocarse, que la creatividad del hombre alcanza ya su máximo exponente. A nuestro juicio, en esto estriba la inteligencia del hombre: en su capacidad para asimilar, analizar y crear nuevos conocimientos. Seguramente, si nos preguntamos si el cerebro del hombre es ahora mejor que el cerebro de nuestros antepasados, la respuesta será un no rotundo, ya que cada época ha visto un ejemplo de creatividad importante. No cabe duda también, que en cada época sólo unos cuantos han destacado como cerebros creadores y que la mayoría han pasado por su vida sin crear algo nuevo, lo cual constituye un fenómeno de selección de conocimientos para un grupo de individuos a los que se les da la oportunidad de compartirlos y poseerlos. En otras palabras, en cada época y en cada grupo humano ha habido y habrá grupos selectos de quienes dependerá la creatividad.

La época en que vivimos es quizás una de las que más propicia esta selectividad del conocimiento humano; cada día abunda más el conglomerado cuyo nivel de conocimientos se mantiene, o se le trata de mantener, a un nivel mínimo. La sociedad actual tiende, en términos generales, a propiciar el aislamiento cultural del individuo, aunque debe decirse que este aislamiento se ve apoyado precisamente por la capacidad creativa del cerebro del hombre.

Conviene tratar de explicar esta afirmación. El hombre actual, sea que viva en una gran ciudad o en una comunidad pequeña, se ve expuesto a la adquisición de conocimientos por medio de sistemas de comunicación masiva; en un principio fue el radio, luego el cinematógrafo y más recientemente, la televisión. Dado que estos medios de comunicación requieren de la esfera visual y de la esfera auditiva, el hombre ha dejado de adquirir conocimientos por medio del lenguaje escrito; la lectura de libros ha disminuido en forma notable en prácticamente todos los grupos sociales y se ha visto restringida a grupos selectos de intelectuales. Es por lo tanto obvio suponer que el hombre no intelectual se ve completamente aislado del ambiente social, económico, político y cultural, ya que los medios masivos de comunicación, en todas las sociedades actuales, tienen como propósito proporcionar información fácil, agradable y tranquilizadora, que aleje al no intelectual de las angustias de la vida diaria.

Más aún, dentro del sistema en que vivimos es necesario propiciar el consumo de todos los productos de la creatividad humana, que obviamente constituyen el aspecto más importante de la cadena económica de desarrollo en la mayoría de los países. El

aislamiento del hombre actual, no intelectual, se ve acrecentado por el hecho de que aparte del desempeño de un trabajo burocrático o técnico automático, rutinario, cada semana se ve impelido por la programación del grupo social en que vive, a ejecutar actividades sociales o familiares que constituyen en sí una rutina más, que se suma a las desempeñadas durante la semana de trabajo. Esta rutina constituye en realidad un aislamiento cultural, que impide que este individuo mantenga un adecuado desarrollo cerebral.

Se dice que el individuo normal solamente utiliza el treinta por ciento de su cerebro, y si se ve la actividad que desempeña el individuo no intelectual, quizás conduzca a muchos a suponer que efectivamente poseemos más cerebro del que necesitamos. De hecho no es así; ninguna estructura ha sido creada sin que exista una función que deba desempeñar. Lo que en realidad ocurre es que el cerebro del hombre actual fue creado con todo el equipo necesario para desempeñar una variada gama de funciones que constituyen las funciones cerebrales necesarias para relacionar al hombre con el ambiente. Es cierto que muchos no llegan a utilizar toda esa gama de funciones y de hecho nunca las desarrollan por completo. Es en estos individuos, de los que acertadamente se ha dicho que la pérdida de parte de los hemisferios cerebrales no ha afectado sus funciones; ese individuo común y corriente puede perder todo un lóbulo frontal y sin embargo, su funcionamiento cerebral no parece verse disminuido. Es fácil concluir que ese sujeto no perdió su creatividad, porque nunca la desarrolló. Un panorama distinto se le presenta al que sí es creativo; ese individuo sí requiere de la actividad cerebral completa y cualquier pérdida de elementos nerviosos, por pocos que estos sean, será fácilmente detectable.

Estas consideraciones llevan a preguntar si el cerebro del hombre ha alcanzado su máximo desarrollo. La respuesta es no, nuevamente. El hombre posee un cerebro de potencial ilimitado de desarrollo funcional, ya que constantemente se está modificando, gracias al fenómeno que denominamos plasticidad cerebral; de este modo se pueden establecer diferencias morfológicas demostrables entre los individuos. Ya hemos señalado antes³⁹ que todos los seres humanos tenemos el mismo número de neuronas en lo que concierne a funciones específicas, tales como las sensoriales y motoras; pero no todos poseen el mismo número de neuronas en las áreas de asociación, las áreas dedicadas a funciones inespecíficas. Más aún, las conexiones y circuitos en las áreas sensoriales y motrices específicas son diferentes en cada individuo, a pesar de que poseamos el mismo número de elementos nerviosos. Estas diferencias son las que cuentan para el mecanismo de la creatividad. Es obvio suponer que dado el aumento constante del número de conocimientos en la época actual, necesarios para la creatividad, se requiere de

aumento en la red de conexiones y circuitos en los que un individuo necesita codificar esos conocimientos adquiridos. Ya hay evidencia de que el espesor de la corteza cerebral puede aumentar, y los neurotransmisores incrementarse cuando el sujeto se ve sometido a un medio ambiental rico en información.⁴⁰ El fenómeno opuesto también es cierto, y la conclusión obvia es que el individuo expuesto a un ambiente "pobre" sufre deterioro en la integridad de sus circuitos y conexiones cerebrales.

El cerebro del hombre actual está expuesto a múltiples factores que pueden ejercer un efecto benéfico o deletéreo. Es bien conocido el daño cerebral que resulta de la mala nutrición durante el periodo de maduración cerebral, sobre todo durante la etapa perinatal y los primeros años de la vida. Debe señalarse también que a lo largo de la vida del hombre, el cerebro se ve expuesto constantemente a efectos tóxicos del ambiente, como contaminación del aire, y de los alimentos, lo que incluye a los pesticidas, los conservadores y compuestos para dar sabor, así como al gran capítulo de las enfermedades vasculares propiciadas por la dieta mal balanceada, entre otras la aterosclerosis que afecta a los vasos que irrigan al cerebro.

Está fuera del alcance de esta comunicación analizar todos los factores deletéreos que pueden afectar al cerebro del hombre actual. En términos generales se podría concluir que este cerebro, cuyo desarrollo hemos alcanzado al través de milenios de evolución, está expuesto ahora a múltiples factores que tienden a deteriorarlo, a disminuir la capacidad de sus funciones y a crear simplemente seres humanos cuya función cerebral estaría limitada. También debe decirse que el cerebro del hombre actual se ve impedido de crecimiento mayor, ya que depende en parte de la capacidad craneana y el cráneo no es fácilmente modificable. Un crecimiento excesivo del tejido cerebral sería deletéreo a su vez sobre este tejido, como ocurre cuando aparecen lesiones que ocupan espacio, en el síndrome de hipertensión intracraneal. Las modificaciones físicas necesarias para un cerebro de mayor tamaño no se puede predecir cuándo ocurrirán.

¿Qué nos espera para el futuro? ¿Tendrá el hombre del futuro un cerebro mayor? Con tantos agentes capaces de ocasionar efectos deletéreos, quizás debiésemos decir que en el futuro el hombre tendrá un cerebro más pequeño que el hombre actual. Sin embargo, los avances en ciencia y tecnología parecen requerir todo lo contrario: un cerebro mayor, capaz de desempeñar mejores funciones, de resistir esos efectos deletéreos, a los que hay que añadir la alteración de los ritmos circadianos, la velocidad ultrasónica, la exposición a las radiaciones, factores para los que el cerebro del hombre actual no está preparado.

REFERENCIAS

1. Sillman, L.: *The genesis of man*. Int. J. Psychoanal. 34: 146, 1953.
2. Randinsky, L.: *Endocasts and studies of primate brain evolution*. En: *The functional and evolutionary biology of primates*. Tuttle, R. (Ed.). Chicago, Aldine Press. 1972.
3. Day, M. H.: *Fossil man*. Londres, Hamlyn. 1974, p. 159.
4. Le Gros Clark, W. E.: *Historia de los primates. Una introducción al estudio del hombre fósil*. Buenos Aires, Eudeba. 1960, p. 79.
5. Simons, E. L.: *The origin and radiation of the primates*. Ann. N. Y. Acad. Sci. 167: 319, 1969.
6. Sagan, C.: *The dragons of Eden*. Nueva York, Random House. 1977, p. 263.
7. Eiseley, L. C.: *Fossil man and human evolution*. En: *Culture and the evolution of man*. Montagu, A. (Ed.). Nueva York, Oxford University Press. 1962, p. 300.
8. Von Bonin, G.: *The evolution of the human brain*. Chicago, University of Chicago Press. 1963, p. 92.
9. Leakey, M. D.: *Olduvai Gorge excavations in beds I and II, 1960-1963*. Nueva York, Cambridge University Press. 1971.
10. Leakey, R. E. F.: *New hominid fossil from the Koobi Fora formation in northern Kenya*. Nature 261: 574, 1976.
11. Washburn, S. L.: *Tools and human evolution*. En: *Progress in psychobiology*. San Francisco, Freeman. 1976, p. 4.
12. Le Gros Clark, W. E.: *Los fundamentos de la evolución humana*. Buenos Aires, Eudeba. 1962, p. 63.
13. Holloway, R. L.: *Some questions on parameters of neural evolution in primates*. Ann. N. Y. Acad. Sci. 167: 332, 1969.
14. Leakey, R. E. F.: *Australopithecus. Homo erectus and the single species hypothesis*. Nature 261: 572, 1976.
15. Pilbeam, D.: *Size and scaling in human evolution*. Science 186: 892, 1974.
16. *Puzzling out man's ascent*. Time 110: 32, 1977.
17. Mettler, F. A.: *Culture and the structural evolution of the neural system*. En: *Op. cit.* en¹, p. 155.
18. Howells, W. W.: *Analysis of patterns of variation in crania of recent man*. En: *Op. cit.* en², p. 123.
19. Brodrick, A. H.: *El hombre prehistórico*. México, Fondo de Cultura Económica. 1955, p. 414.
20. Escobar, A.: *Consideraciones sobre el peso cerebral en un grupo de población mexicana*. Neurol. Neurocir. Psiquiat. 4: 101, 1963.
21. Gould, S. J.: *Morton's ranking of races by cranial capacity*. Science 200: 503, 1978.
22. Escobar, A.: No publicado. 1978.
23. Wade, N.: *Voice from the dead names: new suspect for Piltown hoax*. Science 202: 1062, 1978.
24. Washburn, S. L.: *Evolution and human nature*. En: *American handbook of psychiatry*. Arieti, S. (Ed.). Nueva York, Basic Books. 1975, vol. 6, p. 3.
25. Edinger, T.: *Fossils and neuropathology*. En: *Pathology of the nervous system*. Minckler, J. (Ed.). Nueva York, McGraw-Hill. 1968, vol. 1, p. 22.
26. Escobar, A.; Avila, J.; Romero, C. y Aruffo, C.: *Ensayo sobre la zurdera. Sus implicaciones neurológicas y socioculturales*. Gac. Méd. Méx. 114: 433, 1978.
27. Levy, J.: *Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain*. Nature 224: 614, 1969.
28. Edinger, T.: *Recent advances in paleoneurology*. En: *Topics in basic neurology*. Bargmann, W. y Schädé, J. P. (Eds.). Amsterdam, Elsevier. 1964, vol. 6, p. 147.
29. Stephan, H.: *Evolution of primate brains: a comparative anatomical investigation*. En: *Op. cit.* en², p. 156.

30. Holloway, R. L.: *The casts of fossil hominid brains*. Sci. Amer. 231: 106, 1974.
31. Holloway, R. L.: *Australopithecine endocasts, brain evolution in the hominoidea, and a model of hominid evolution*. En: *Op. cit.* en², p. 185.
32. Jerison, H. J.: *Brain evolution: new light on old principles*. Science 170: 1224, 1970.
33. Jerison, H. J.: *Paleoneurology and the evolution of mind*. Sci. Amer. 234: 90, 1976.
34. Hofer, H. O.: *The evolution of the brain in primates: its influence on the form of the skull*. Ann. N. Y. Acad. Sci. 167: 341, 1969.
35. Washburn, S. L.: *The evolution of man*. Sci. Amer. 239: 146, 1978.
36. White, L. A.: *The concept of culture*. En: *Op. cit.* en⁷, p. 38.
37. Dobzhansky, T.: *Natural selection and the mental capacities of mankind*. En: *Op. cit.* en⁷, p. 148.
38. Etkin, W.: *Social behavior and the evolution of man's mental faculties*. En: *Op. cit.* en⁷, p. 131.
39. Escobar, A.: *Cerebral changes associated with sensibility. I. The role of transneuronal degeneration in the neocortex*. Bol. Estud. Méd. Biol. (Méx.), 28: 1, 1973.
40. Diamond, M. C.: *Increase in cortical depth and glial number in rats subject to enriched environment*. J. Comp. Neurol. 128: 117, 1966.

