

ENIGMAS DE LA EVOLUCION HUMANA^(*)

Julio Pérez Silva

Departamento de Microbiología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla
Avda. de la Reina Mercedes, s/n. 41012 SEVILLA.

1. INTRODUCCION

Hace tiempo que tengo la curiosidad de palpar las diferencias epistemológicas entre las ciencias experimentales y las ciencias históricas. Esto, para mi, como investigador dedicado a las primeras y que, por tanto, sigo su metodología específica, supone cuando menos la aventura de tratar de razonar y opinar sin posibilidad de recurrir a la comprobación experimental, tal como hacen los investigadores de la Historia (tanto de la Tierra, como de los seres vivos que la habitan, incluido el hombre) cuando describen e interpretan eventos pretéritos, valiéndose de métodos de inferencia. Deben reconstruir el camino que lleva desde lo primitivo (sean palabras, fósiles o rasgos fisiográficos) hasta lo contemporáneo. De ahí la enorme dificultad de estas ciencias y, por ende, la gran admiración que siempre he sentido por los geólogos, paleontólogos, paleantropólogos e historiadores, que buscan la verdad (¡Y LA ENCUESTRAN!) sin apoyarse en la experimentación, sino mediante la interpretación correcta de hechos pasados, irreversibles e irrepetibles.

Por ello, y confesando mi condición de intruso, debo comenzar rogando a estos admirados investigadores que disculpen mi atrevimiento de contemplar la naturaleza desde un balcón en el que nunca me había asomado, con la pretensión de hacer algunas reflexiones en torno a la evolución del hombre, para lo que cuento únicamente con algunos conocimientos acerca de la evolución biológica. Este bagaje no es suficiente, ya que, como dice PILBEAM [34], en los últimos treinta años este estudio se ha convertido en un vasto campo multidisciplinar al que

(*) En la presente publicación el autor desarrolla el contenido de la conferencia que con el mismo título pronunció el 1 de febrero de 1993 en la Sesión Inaugural del curso 1992/93, de la Academia Canaria de Ciencias.

que están haciendo valiosas contribuciones no sólo antropólogos y paleontólogos, sino también geólogos, biólogos, ecólogos, biólogos moleculares, zoólogos, etólogos, sociobiólogos, sociólogos, neurofisiólogos, lingüistas, químicos y físicos. La consecuencia lógica es la extraordinaria diversidad de publicaciones que han aparecido sobre este tema y cuya revisión crítica detallada estaría muy lejos de mi alcance; por tanto, me limitaré únicamente a cotejar datos y opiniones, procurando razonar desde la lógica ingenua del científico positivista, esto es, tratando de llegar lo más lejos posible en la búsqueda de la verdad sin invocar nunca causas o factores extranaturales, aunque sin descartarlos *a priori*.

Para comenzar trazaremos a grandes rasgos el origen de nuestra especie, simplificando al máximo (Fig. 1) el proceso que ha durado unos 12.000 millones de años y mediante el cual se ha pasado desde la **nada** hasta el **hombre**, que apareció en la Tierra hace unos 200.000 años, como resultado de una lenta progresión evolutiva. Como se indica en dicha figura, primero se pasó desde un estado ignoto, en que no había **nada**, a otro en el que ya había **algo** (una unidad de densidad infinita y de volumen infinitesimal), y luego, a partir de este algo se originó el **Universo**, incluido nuestro planeta, en el que, hace unos 4.000 millones de años, apareció la **vida** en su forma más simple, **la unidad fundamental de vida**; con ella comenzó la **evolución biológica**, mediante la cual han ido surgiendo seres vivientes cada vez más complejos y diversos, cuyo conjunto constituye la capa viva, o **biosfera**, del planeta. Una de las múltiples radiaciones de esta evolución biológica culmina con la aparición del hombre, cuya

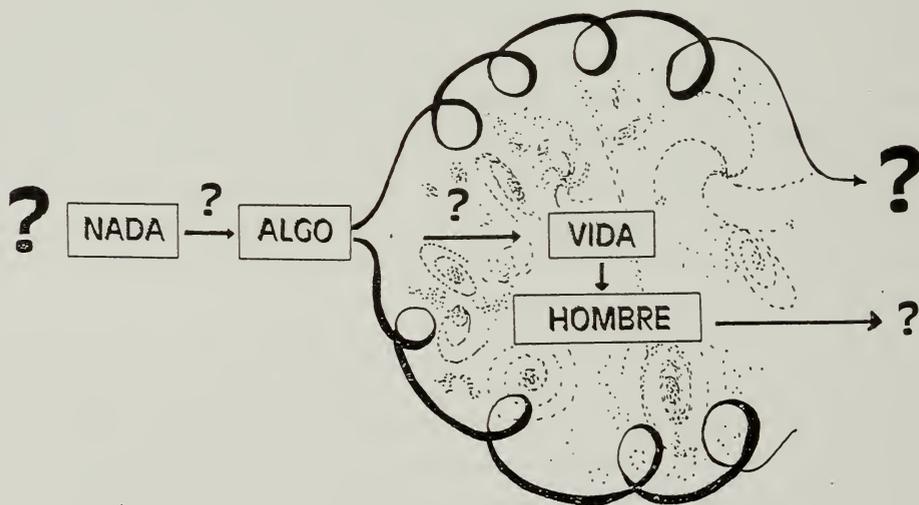


Figura 1. Representación esquemática del proceso global del origen del Universo y del hombre. (Explicación y comentarios, en el texto).

población global actual (la **Humanidad**) es de 5.500 millones de individuos extendidos por toda la superficie de la Tierra y que, aunque cuantitativamente representa una fracción muy pequeña de la biosfera, cualitativamente es de importancia decisiva, ya que la evolución ha dotado al hombre de una serie de peculiaridades que lo han convertido en la especie dominante del planeta.

En este largo camino que conduce desde la nada hasta el hombre se han producido hechos que no por innegables dejan de rayar en lo inconcebible, y que en principio hemos de considerar como fenómenos naturales a los que no se les ha dado todavía una explicación satisfactoria. Me refiero a las siguientes cuestiones, que siguen siendo verdaderos enigmas:

1. ¿Cuándo y cómo se originó el Universo a partir de **nada**?
2. ¿Cuándo y cómo apareció la **vida** en nuestro planeta?
3. ¿Cuándo y cómo surgió la **mente humana**?
4. ¿Cuándo y cómo surgió el **lenguaje simbólico**?
5. ¿Cuándo y cómo surgió la **agresividad intraespecífica cruenta**?

A estas interrogantes se podría añadir otras, que no implican la interpretación del pasado, sino la predicción del **futuro de la Humanidad, de nuestro Planeta y del Universo**.

Debo adelantar que no trataré aquí las dos primeras cuestiones enunciadas, sobre las que el lector podrá encontrar información en las publicaciones de BERGH y HESSER [4], ERICKSON [12], DELBRÜCK [8], FREEDMAN [14], ORGEL [32] Y ORO [33]. Sólo diré que actualmente se admite la teoría del *big-bang* y que la Tierra se consolidó hace unos 4.500 millones de años. Ahora bien, más difícil de concebir y, por tanto, de aceptar para una mente lógica es esa unidad de densidad infinita y de volumen infinitesimal que mediante el gran estallido originó el Universo. Aceptando esto, todo lo demás es concebible para un biólogo. Así, es admisible que después de la consolidación de nuestro planeta y tras unos 700 millones de años de evolución prebiótica, comenzaron a aparecer las primeras formas vivientes con información genética propia y capaces de crecer y multiplicarse. Ello sucedió hace unos 4.000 millones de años, y al mismo tiempo comenzó la evolución biológica, por la cual a partir de estos organismos sencillos se han ido originando sucesivamente otros cada vez más complejos, pero no siguiendo una única línea evolutiva, sino mediante múltiples radiaciones y ramificaciones que han dado por resultado el árbol filogenético de las especies biológicas. Centraremos, pues, la atención en los enigmas relativos a la mente, el lenguaje y la agresividad de nuestra especie, pero antes debemos hacer algunas consideraciones acerca de las causas de la evolución biológica y de los factores que han condicionado el éxito de algunas de las radiaciones, destacando la importancia de la preadaptación aleatoria y de los cambios opcionales de conducta, que, a mi juicio, han tenido una influencia decisiva en la evolución de los Homínidos.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

La evolución biológica consiste en una continua sucesión de especiaciones, esto es, de aparición de nuevas especies derivadas de las preexistentes, a las que sustituyen porque están mejor **adaptadas**^(*) a las cambiantes condiciones ambientales. En consecuencia, las diversas especies de seres vivos que integran la biosfera actual son descendientes de otras, ya extinguidas, que vivieron en épocas geológicas pretéritas y que, por tanto, no se conocen directamente, sino a través de sus restos fósiles. Se admite, por tanto, que todas las especies, extinguidas y vivientes, han surgido a partir de la **unidad fundamental de vida** que apareció durante el Precámbrico y que mediante el largo proceso de la evolución biológica ha dado origen a los cinco Reinos vivientes propuestos por MARGULIS y SCHWARTZ [29]: **bacterias, protistas, hongos, vegetales y animales**. Como señala LEVINTON [23], los animales experimentaron durante el Cámbrico (hace unos 600 millones de años) una "gran expansión horizontal" y a partir de entonces se han originado diversas radiaciones, una de las cuales es la de los Mamíferos, que, al igual que las aves, derivan de los reptiles y que iniciaron su gran expansión después del Cretácico, como consecuencia de la extinción de los dinosaurios (hace unos 65 millones de años). Los Mamíferos se diversificaron a su vez (Fig. 2), dando origen, entre otras muchas, a la radiación de los Primates, en cuya cúspide está *Homo sapiens*.

A la par que se encontraban pruebas cada vez más consistentes de la evolución biológica, se fue centrando el interés en averiguar las causas del proceso de adaptación. Surgen así las teorías de Lamarck (basada en los principios de "uso y desuso de los órganos" y de la "heredabilidad de los caracteres adquiridos") y de Darwin (basada en la "variabilidad hereditaria", la "lucha por la existencia" y en la "selección natural").

La teoría de Darwin, aun siendo aceptable en líneas generales, no explicaba las causas de la variabilidad ni el mecanismo de la trasmisión hereditaria, lo cual estaba fuera del alcance de ciencia de hace un siglo. Pero, con el desarrollo de la genética surge el llamado **neodarwinismo**, teoría que integra los conocimientos derivados de la investigación a los niveles macroscópico, microscópico, molecular y poblacional, y explica la especiación como resultado de la mutación, selección, deriva genética, y aislamiento reproductivo. (El lector podrá encontrar más información sobre las teorías evolucionistas en las obras de JAHN, LOTHER y SENGLAUB [19] y de TEMPLADO [40].

La evolución biológica es un proceso de extraordinaria lentitud, que, como dice MONOD [30], depende de un interjuego del azar y la necesidad: de un lado están las mutaciones, que son

(*) YOUNG [44] define la **adaptación** como un proceso de cambio para adecuarse a una determinada **condición existente en el medio**; lleva una connotación de futuro, pero siempre que continúe existiendo la citada condición particular.



Figura 2. Diversificación evolutiva de los Mamíferos.

eventos sumamente raros y totalmente aleatorios; pero de otro lado, los nuevos alelos han de salvar necesariamente los escollos que impone la operatividad celular, hasta que se puedan expresar en forma de nuevos caracteres fenotípicos, los cuales podrán ser desventajosos, neutros o ventajosos, y sólo estos últimos son los que conducen a un avance evolutivo ante la presión selectiva de las condiciones ambientales. Ello, juntamente con el aislamiento

geográfico puede dar lugar primero a una evolución intraespecífica que conduce a la aparición de variedades o razas, y luego, si el aislamiento es reproductivo se pueden originar nuevas especies.

Ahora bien, conviene destacar el hecho de que entre las distintas radiaciones evolutivas hay notables diferencias en cuanto a su "ritmo" y, sobre todo, en cuanto a su "éxito"; parece como si unas fuesen más acertadas que otras, pues hay unas que prosperan y se diversifican superando los sucesivos cambios ambientales, mientras que otras terminan en una vía muerta, como si hubiese tomado una dirección equivocada. Si con esta idea consideramos la radiación de los Primates, encontramos que en la rama de los homínidos ha habido una sucesión de "aciertos" que propiciaron el "despegue" de éstos con respecto a los póngidos y finalmente la aparición del hombre con sus singularidades. Estos aciertos fueron tan "oportunos" que la evolución humana, en algunos de sus aspectos, sugiere la existencia de una direccionalidad preconcebida, como si su proceso evolutivo obedeciese a un plan general preestablecido. Aunque no existe ninguna base científica para descartar, ni tampoco para admitir, la existencia de un plan previo no sujeto al azar, los estudiosos de la evolución tratan de explicar el "salto de los homínidos" introduciendo conceptos, como, por ejemplo, teleonomía y preadaptación, que entrañan una concatenación aleatoria de eventos naturales que actúan como "factores condicionantes" del éxito de una determinada radiación evolutiva.

Comentaremos brevemente los factores condicionantes que se invocan con mayor frecuencia y que podríamos agrupar en tres categorías: "preadaptaciones aleatorias", "fenómenos cruciales" y "cambios opcionales de conducta".

La **preadaptación**, a diferencia de la **adaptación**, se refiere a la aparición **anticipada** de ciertos caracteres o estados biológicos que resultarán de importancia vital ante eventuales condiciones aún no existentes. En otras palabras, el concepto de preadaptación implica un cambio anatómico o fisiológico, de escasa o nula utilidad en el momento de su aparición, pero que posibilita el desarrollo de rasgos de gran valor adaptativo ante futuros cambios ambientales. Para explicar el mecanismo de la preadaptación podríamos partir del hecho ya mencionado de que las mutaciones pueden ser favorables, desfavorables o neutras, según la idoneidad de su expresión fenotípica en lo que respecta su adaptación a las condiciones ambientales reinantes; en consecuencia, los alelos favorables prosperarán en la población, los desfavorables tenderán a desaparecer, mientras que la frecuencia de los alelos neutros no varía, a no ser que estén ligados a genes favorables o desfavorables, y en tal caso correrán la suerte de éstos. Cabe suponer, pues, que en el acervo genético de una determinada especie se hayan ido acumulando a lo largo de su historia evolutiva un caudal de mutaciones neutras que pueden resultar favorables en futuras condiciones. Cada especie tendría lo que podríamos denominar el "baúl de los alelos neutros", al que acudiría ante eventuales cambios del medio

ambiente, y cuánto más rico y variado sea este acervo, tanto mejor será su preadaptación.

Dentro del concepto de fenómenos cruciales podemos incluir todos aquellos cambios ambientales profundos y generalizados que influyen decisivamente en el ritmo y dirección del proceso evolutivo. A esta categoría de fenómenos pertenecen, por ejemplo, las extinciones masivas, los cambios climáticos profundos (glaciaciones e interglaciaciones), las epidemias, la deriva de los continentes, etc.

Como hemos dicho, la evolución es un proceso de suma lentitud, en el que una especiación suele durar de dos a tres millones de años; sin embargo, en algunas líneas evolutivas, como ha ocurrido en la de los homínidos, la tasa de especiación es mucho más elevada, hasta el punto de que una especiación tarda por término medio ciento cincuenta mil años. Se admite que la "rapidez" del proceso evolutivo es debida a que en momentos cruciales de la evolución, una determinada especie adopta una nueva conducta entre varias posibles, y este cambio opcional de conducta puede condicionar para siempre el curso del proceso, ya que la presión selectiva forzaré el perfeccionamiento progresivo de las estructuras orgánicas que sirven de soporte a la nueva conducta elegida.

En los apartados siguientes tendremos ocasión de comentar la influencia de la preadaptación y de los cambios opcionales de conducta en el caso concreto de la evolución de la especie humana.

3. LA EVOLUCION HUMANA

Hasta bien entrado el siglo XVIII nadie ponía en duda la creencia general de que el hombre era un ser privilegiado en la Naturaleza, netamente separado de los animales. Fue Linneo el primero que, en su afán ingenuo de hacer una clasificación natural de los seres vivos, reconoció que el hombre, desde el punto de vista anatómico, es un miembro más de un grupo de mamíferos al que dio el nombre de Primates en reconocimiento de que ocupan el puesto primero o más elevado en su sistema de clasificación. Lo incluyó en el género *Homo* y en la especie *sapiens*, aludiendo a su inteligencia.

Desde entonces la idea de Linneo ha prosperado hasta el punto de que hoy día ningún biólogo duda de que el hombre es un producto de la evolución biológica; y por tanto, una especie más de la biosfera, que ha surgido a partir de antecesores que se han extinguido. Ahora bien, en el caso de la evolución humana hemos de considerar dos aspectos. De una parte, el examen de la anatomía y fisiología humanas indica que apenas existen diferencias con los demás mamíferos; no cabe duda, pues, de que el hombre se ha originado a partir de especies no humanas mediante un proceso evolutivo impulsado por las mismas fuerzas

(mutación, presión selectiva y aislamiento reproductivo) que han dirigido la evolución de los demás organismos desde que apareció la vida en la Tierra. Pero, de otra parte, el hombre, a diferencia de los demás seres de la biosfera, ha experimentado también una evolución cultural, no impulsada por mecanismos genéticos, sino que entraña un constante reciclaje y potenciación de la experiencia del pasado por un proceso de autocatálisis o realimentación que ha conferido a la especie humana características únicas, como son la capacidad de pensamiento conceptual y el lenguaje simbólico, que le permiten expresar conceptos y sentimientos derivados de la observación y de la reflexión, así como una constante superación de su ejecutoria, mediante la invención de utensilios e ingenios cada vez más específicos y sofisticados, con los que, a su vez, pueden influir decisivamente en su propio proceso evolutivo. Consideremos brevemente ambas facetas de la evolución humana.

Por su **evolución orgánica**, el hombre actual es la culminación de una de las ramas de la radiación evolutiva de los Primates (Fig. 3), que se inició hace unos setenta millones de años (al final del Cretácico o en los comienzos del Paleoceno) y de la que surgieron los **Prosimios**, los **Simios** y los **Antropoides**. Los Prosimios están representados en la actualidad por los lémures, los társeros, los tupayas, etc. Los simios comprenden los Cercopitécidos o monos del Viejo Mundo (representados por el macaco, el mandril, el babuino, etc.) y los Ceboideos o monos del Nuevo Mundo, representados por el mono araña, el mono aullador, el tití, etc. Los Antropoides, u Hominoideos, agrupan a los Póngidos (cuyos representantes actuales son el chimpancé, el gorila, el gibón y el orangután) y a los Homínidos, cuya única especie viviente es *Homo sapiens*.

Aún no se ha establecido con seguridad cuándo se originó la radiación evolutiva de los Homínidos a partir del tronco común de los antropoides, aunque se admite que este tronco se inició a partir del género *Proconsul* (también llamado *Dryopithecus*), que vivió en el Mioceno inferior, hace unos veinte millones de años. En esta línea se sitúa también el *Ramapithecus*, ampliamente extendido por el Viejo Mundo durante el Mioceno y que se considera como antepasado común de los póngidos y de los homínidos; su antigüedad se estima en algo más de los siete millones de años. La línea evolutiva de los homínidos lleva consigo un progresivo cambio morfológico que consiste la adquisición de la postura erguida y en un considerable aumento del volumen del encéfalo. Por ello, la mayoría de los autores coinciden en que los primeros seres inconfundiblemente prehumanos son los diversos fósiles adscritos al género *Australopithecus*, en los que se reunían ambas características. El ejemplar más antiguo, al que se le dio el sobrenombre de "Lucy", es un esqueleto casi completo, de unos cuatro millones de años de antigüedad, hallado en 1974 cerca de Hadra, Etiopía. Se le denominó *A. afarensis*, y la opinión más generalizada es que esta especie de australopiteco dio origen a dos líneas evolutivas: una que se habría de extinguir hace aproximadamente un millón de años y que dio

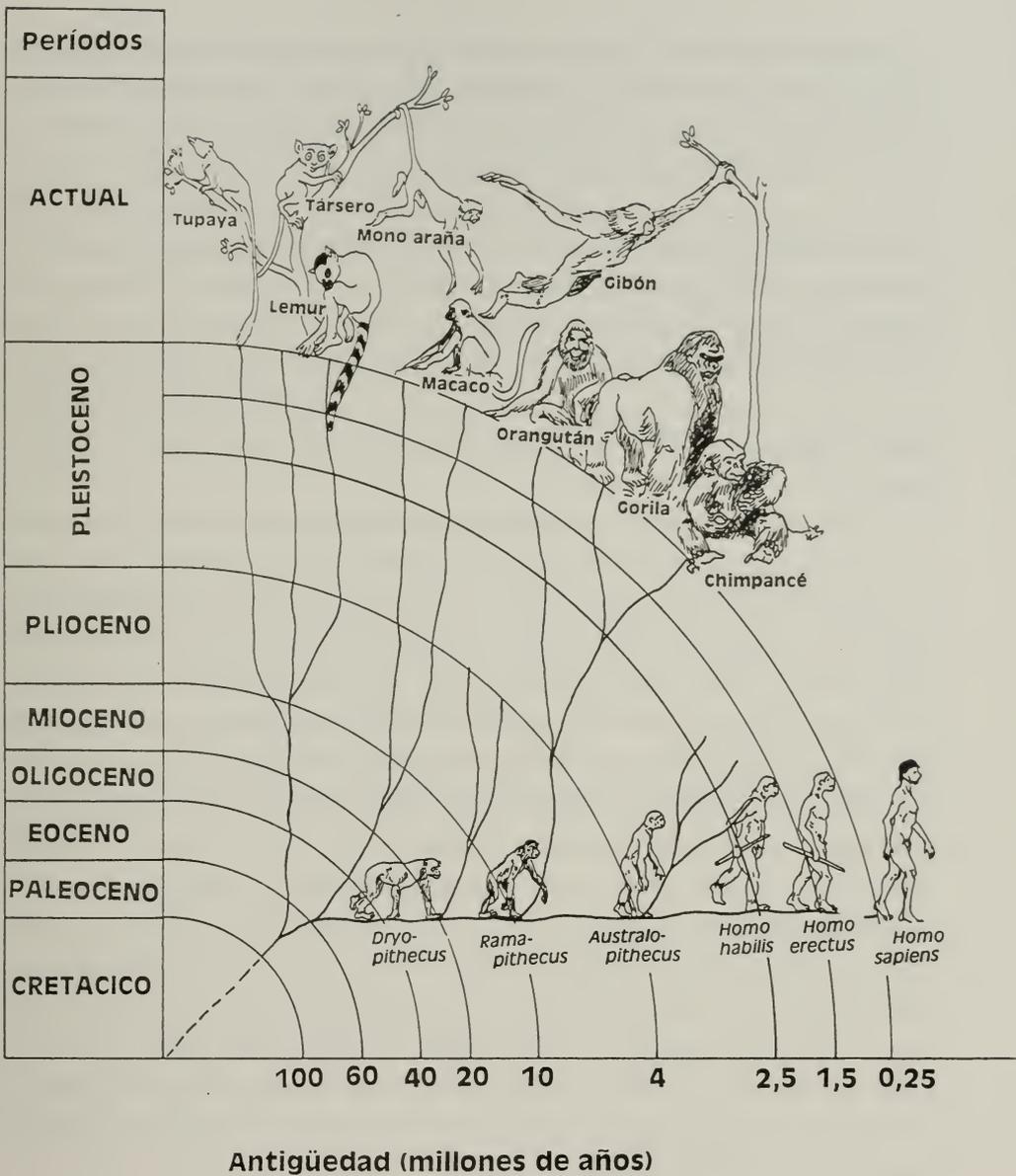


Figura 3. Radiación evolutiva de los Primates.

origen a *A. africanus*, *A. robustus* y *A. boisei*, y la otra que se ha continuado hasta la actualidad y que es en la que se produjo la transición desde los australopitecos hasta el hombre moderno (*Homo sapiens*), a través de *Homo habilis* y *Homo erectus*. Esta progresión cursó con inusitada "rapidez", pues en poco más de cuatro millones de años los Homínidos destacaron del resto de los Antropoides, los cuales siguieron evolucionando lentamente hasta culminar en los monos antropomorfos actuales (gorila, gibón, chimpancé, orangután).

¿A que se debe la rapidez de la evolución humana? No cabe duda de que su mecanismo es el mismo que subyace en la de los demás seres de la biosfera: mutación presión selectiva y aislamiento reproductivo; pero, como ya hemos señalado, en muchos casos la dirección y el ritmo de la evolución pueden quedar condicionados por un cambio opcional de conducta adoptado por una especie en un determinado momento. Trataremos, pues, de relacionar las principales opciones conductuales de los precursores del hombre, con el desarrollo de las dos características propias de los homínidos: el bipedismo y el incremento del volumen del encéfalo. Es curioso que esta última característica ha sido consecuencia de dos cambios conductuales opuestos: **la adopción de la vida arborícola** por los Primates inferiores, hace unos ochenta millones de años (al final del Cretácico), y **el abandono de la vida arbórea y salida a la pradera** por los australopitécidos, hace unos cuatro millones de años, a finales del Mioceno.

En efecto, la vida arbórea, así como el subsiguiente cambio de los hábitos nocturnos hacia los diurnos, adoptado por los simios y los antropoides, favorecieron toda una serie de logros etológicos y morfofisiológicos que entrañan un notable desarrollo de la corteza cerebral, y que pueden ser considerados como verdaderas preadaptaciones para la ulterior evolución de la línea de los homínidos. Entre estos logros están la destreza manual, relacionada con la formación de dedos y de uñas planas, la visión estereoscópica (heredada de los prosimios) y en color (que surgió cuando los primeros simios optaron por la vida diurna), que aumentó en gran manera la capacidad para apreciar la distancia, el reconocimiento de los depredadores, la localización del alimento, la comunicación gestual y sobre todo la braquiación propia del desplazamiento en los árboles, que con frecuencia obliga a adoptar posturas erguidas aunque sin llegar al verdadero bipedismo. La vida arborícola se asocia, pues, a movimientos ágiles y rápidos, a una percepción sensorial exacta y, sobre todo, a una fina coordinación sensorimotora, que implica la existencia de una buena corteza cerebral. Todos estos logros fueron de gran trascendencia, ya que constituyeron la base preadaptativa tanto para la ulterior adopción de la locomoción bípeda como para la construcción y manipulación de herramientas, la observación y la capacidad de abstracción, que conducen finalmente al razonamiento y al lenguaje simbólico.

Según YOUNG [44], otro efecto de la adopción de la vida arbórea es que la madre puede transportar sólo un pequeño número de descendientes y debe cuidar de ellos, lo cual, juntamente con la fetalización, hizo posible la aparición de la condición típicamente humana de una niñez y aprendizaje prolongados, que, a mi juicio, constituye la base preadaptativa de la autodomesticación y, por ende, de la evolución cultural.

Si la adopción de la vida arborícola fue de gran importancia preadaptativa para la evolución de los antropoides, mucho más decisivo fue el cambio contrario: el abandono de este hábitat,

ya que esta opción conductual fue el preludio de la asombrosa evolución de los Homínidos. El abandono del bosque condujo a dos cambios rápidos y esenciales para el despegue de los homínidos: el bipedismo (adoptado por los australopitecos) y el aumento espectacular de la capacidad craneana, que en sólo tres millones de años pasó de los 450 c.c. de los australopitécidos, a los 1400 c.c. del hombre actual (Fig. 4).

La transición a la postura erguida fue ciertamente un paso de gran trascendencia evolutiva, ya que requirió una extensa y profunda reestructuración del esqueleto y de las inserciones musculares, incluidos algunos cambios en la morfología de la pelvis femenina, que aumentaron considerablemente la dificultad del parto, con las importantes consecuencias evolutivas que comentaremos más adelante.

Otro cambio anatómico derivado de la postura erguida es el desplazamiento del *foramen magnum* hacia la parte inferior del cráneo, quedando el rostro dirigido hacia delante. Como veremos, este cambio es de gran importancia preadaptativa en relación con el desarrollo del lenguaje hablado, ya que es fundamental para la articulación de los fonemas.

Asimismo, la locomoción bípeda fue muy ventajosa para la vida en la pradera, porque dejaba las manos libres para diversas actividades, como recoger y transportar los alimentos y sobre todo para utilizar piedras y palos. Esto último propició un nuevo y, muy importante, cambio conductual: ante la presencia de grandes animales optaron por no huir sino por enfrentarse a ellos, al principio disputando el alimento a los carroñeros y más tarde convirtiéndose en depredadores, capturando presas cada vez mayores, que usaban como alimento.

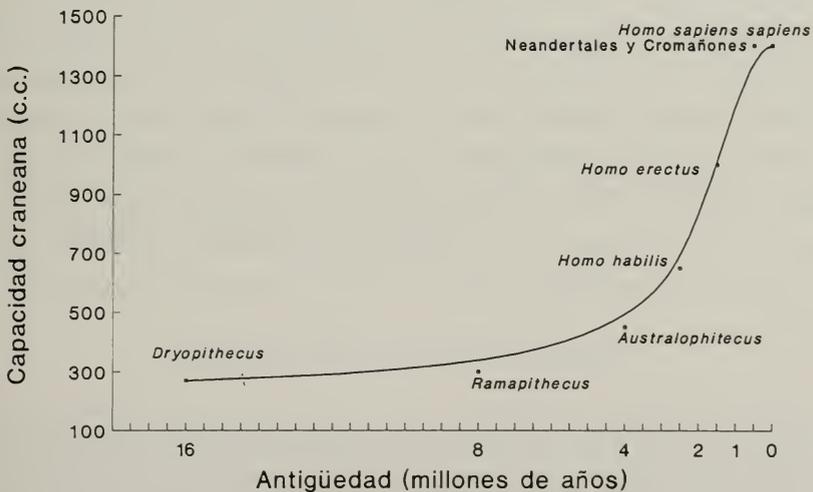


Figura 4. Incremento de la capacidad craneana en la evolución de los Homínidos.

Vemos, pues, que con el abandono del bosque y salida al campo abierto se produjeron dos importantes cambios en la dieta: la **utilización de alimentos duros** (frutos secos y semillas), lo que les obligaba a valerse de herramientas para hacerlos más fáciles de preparar y de comer, y **el consumo de carne**, que al principio era de pequeños animales que cazaban a la par que recolectaban los alimentos vegetales, pero luego, como se acaba de decir, fueron incorporando animales cada vez mayores, lo cual les obligaba a construir armas cada vez más eficaces.

Evolución cultural.- La faceta cultural de la evolución humana se inició hace unos dos millones y medio de años con la aparición de *Homo habilis* y no se ha interrumpido hasta la fecha; pero, como veremos más adelante, hace unos diez mil años dio paso a la llamada civilización, la cual, a su vez, ha provocado profundos cambios tanto en el ritmo como en la dirección de la propia evolución cultural.

Se admite que el principal promotor de la evolución cultural fue precisamente el cambio de dieta subsiguiente al abandono del bosque, pues es razonable pensar que este cambio, y especialmente la inclusión de proteínas animales, diera ventaja selectiva al crecimiento de la corteza cerebral, ya que tanto la "invención" de nuevos utensilios y armas, como la planificación de las partidas de caza, exigen una actividad mental de premeditación y previsión de contingencias, así como un intercambio de ideas, con los subsiguientes avances culturales entre los que cabe destacar el uso del fuego, la utilización de pieles para hacer indumentarias y la ocupación de las cavernas. Es obvio que para desarrollar esta actividad mental era suficiente el encéfalo de 650 - 700 c.c. que poseía *H. habilis*. Cabe suponer, asimismo, que con este homínido comienza la comunicación oral que, aunque rudimentaria, fue el motor de una espiral de realimentación entre el desarrollo de la inteligencia y el avance cultural. El ulterior perfeccionamiento del lenguaje simbólico fue el catalizador definitivo del progreso de la cultura y de la civilización, desde *H. erectus* (capacidad craneana, 1.000 c.c.) hasta el hombre actual. El máximo de capacidad craneana (1.400 c.c.) se alcanzó hace unos 200.000 años con el hombre de neandertal, *H. sapiens neanderthalensis*, que convivió con el hombre de cromañón, *H. sapiens*, y a partir de ambos fueron surgiendo las diversas razas del hombre moderno, *H. sapiens sapiens*, cuya capacidad craneana es igual o ligeramente menor que la de sus antecesores^(*).

(*) El origen de los neandertales y de los cromañones no está bien conocido, aunque sobre ello hay distintas opiniones más o menos fundamentadas. Algunos autores creen que *Homo erectus*, el gran emigrante, dio origen tanto a los aborígenes actuales de Australia como a los neandertales, en Europa occidental, y cromañones, en Oriente Medio. Estos, de cultura más avanzada que los neandertales, se extendieron hacia Europa y los desplazaron; incluso, según algunos autores, los exterminaron, cometiendo el primer genocidio de la historia de la Humanidad. Sin embargo, los recientes hallazgos de BAR-YOSEF [2], demuestran que no hubo tal exterminio, sino que ambos se mezclaron y que mediante sus largas emigraciones con la consiguiente evolución y diversificación cultural fueron dando origen a las distintas razas del hombre moderno.

Los neandertales fueron hábiles usando utensilios y construyendo sus propios refugios y campamentos, lo que les llevó al desarrollo de una organización social, que hacia mediados de la Edad de Piedra alcanzó una mayor sofisticación, proyectándose incluso hacia el "más allá", lo cual dio origen a ritos como el enterramiento de los muertos. Los cromañones perfeccionaron con habilidad y rapidez las herramientas, y con ellos la cultura humana adquirió cada vez más importancia en aspectos estéticos y artísticos, y el lenguaje se hizo mucho más rico. Ambos antecesores del hombre moderno realizaron largas emigraciones, acabando por colonizar todos los continentes, con lo que se produce el aislamiento geográfico que propició la aparición de las numerosas razas humanas y la consiguiente diversificación de las culturas y de las lenguas. Este sistema de vida, que era fundamentalmente nómada, fue haciéndose cada vez más sedentario en muchas de las comunidades euroasiáticas, hasta que hace unos quince mil años se produce un cambio crucial en la evolución cultural: el hombre, cuya conducta había estado encaminada casi exclusivamente a **sobrevivir** (procurándose el alimento necesario, defendiéndose del frío y de las fieras, y poco más), a partir de entonces pone sus miras en **vivir cada vez mejor**, y fue este cambio el que, a mi juicio, marcó el comienzo de la **civilización**. En este contexto es interesante hacer notar una significativa coincidencia: **la civilización comienza en el momento en que el hombre inicia la manipulación interesada de la biosfera**. En efecto, hace unos doce mil años, hacia finales del Neolítico, se inicia la domesticación deliberada de especies silvestres de plantas y animales. Esta incipiente actividad agrícola y ganadera supuso un profundo cambio en la relación del hombre con la Naturaleza, pues con ella comienza **la explotación la biosfera**. Luego, en la Edad de los Metales, continuaría con la **explotación de la litosfera**. Y esta manipulación interesada del Planeta (extracción de combustibles fósiles, tala de extensas áreas de bosques tropicales, etc.) ha proseguido al ritmo progresivo del continuo avance de la civilización, hasta el punto de que en la segunda mitad de nuestro siglo la explotación de los recursos naturales ha adquirido tales proporciones que se ha convertido en un motivo de seria preocupación, como se refleja en las publicaciones de BOOTH [5], ERICKSON [12], LEWIN [24,25], REPETTO [37], WILSON [43].

4. SINGULARIDADES DE LA ESPECIE HUMANA

La evolución cultural, que se inició hace unos dos millones y medio de años con el paso de *Australopithecus* a *Homo habilis*, ha conferido a la especie humana una serie de características singulares que establecen una neta separación cualitativa del hombre con respecto a los demás primates. Autores muy diversos (como, por ejemplo, BAER [11], BEALS [3], DELBRUCK [8],

DOBZHANSKY [10], HICKMAN [17], KOENIGSWALD [22], MONOD [30], PINES [35], STEBBINS [39], TEMPLADO [40], WILSON [43] y YOUNG [45]) destacan unas u otras de tales características, según la importancia que cada uno de ellos les atribuye como exponentes de la peculiaridad de la especie humana. Las más citadas son la autoconsciencia, la construcción de herramientas, la hipertrofia mental, la comunicación mediante el lenguaje simbólico, la capacidad de intuición y de generalización, la fetalización, la autodomesticación, el altruismo, la distinción entre el bien y el mal, la capacidad de abstracción y de apreciación de la belleza, las inquietudes por la magia y la religión, la agresividad intraespecífica y la casi ilimitada capacidad de aprendizaje. Muchas de estas singularidades son interdependientes en el sentido de que guardan cierta relación de causalidad o están de algún modo correlacionadas, y algunas son, incluso, obviamente contradictorias, como ocurre con el altruismo y la agresividad. Pero, creo que en líneas generales se podrían reducir a tres: **la mente, el lenguaje simbólico y la agresividad intraespecífica.**

¿Cómo y cuándo surgieron estas tres particularidades de la especie humana? Dado que es muy probable que las tres hayan surgido y evolucionado simultáneamente en estrecha interdependencia con la evolución cultural, parecería lógico considerar conjuntamente bajo un mismo epígrafe las cuestiones relativas a su origen; no obstante, creo que se facilitaría el análisis tratándolas separadamente en epígrafes yuxtapuestos, si bien será inevitable hacer algunas alusiones cruzadas entre éstos.

4.1. Corteza cerebral, mente y actividades mentales.

El crecimiento evolutivo del cerebro no es privativo de los Primates, sino que se ha producido también en los demás mamíferos y en las aves, que, como hemos dicho, surgieron a partir de los reptiles. Ahora bien, a lo largo de la evolución de estos dos grupos de vertebrados se ha conservado el primitivo encéfalo reptiliano, de forma que, como dice MACLEAN [28], su encéfalo está integrado por tres componentes bien definidos: el cerebro visceral reptiliano, el paleocortex o sistema límbico, y el neocortex o corteza cerebral propiamente dicha, que rodea al paleocortex y que alcanza su máximo desarrollo en el hombre. En este contexto JACOB [18] interpreta el cerebro humano como el resultado de un proceso al que da el nombre de *tinkering* y que define como la construcción de algo útil ensamblando cosas nuevas con cosas viejas, pero sin saber exactamente lo que se va a hacer. Según él, a lo largo de la evolución se produciría una sucesiva adición de corteza cerebral nueva sobre viejo encéfalo reptiliano; pero, debido a la excesiva rapidez de este proceso, en el cerebro humano no se ha logrado una perfecta jerarquización y coordinación de las funciones correspondientes a las estructuras nuevas y viejas. Así, el encéfalo reptiliano, que controla las actividades viscerales y emocionales, no parece poseer ningún poder de

discriminación ni capacidad de simbolización ni está totalmente bajo el control del neocortex, sino que, como dice DELGADO GARCIA [9], su función está coordinada más directamente por el paleocortex, de modo que, tanto en las aves como en los mamíferos los impulsos viscerales y apetitivos del viejo cerebro reptiliano quedan condicionados y modulados por el sistema límbico, que se encarga de procesar y escrutar la información procedente de extero e interorreceptores. El paleocortex actúa, por tanto, como un poderoso inhibidor selectivo de apetitos e impulsos impuestos por las necesidades básicas inmediatamente relacionadas con la supervivencia y que surgen en función de las condiciones del medio interno y del medio externo. En cambio, el neocortex, que controla la actividad cognitiva intelectual, no parece actuar directamente sobre el encéfalo reptiliano, sino que, como señala GOULD [15], "creció tan deprisa que perdió el control de los centros emotivos".

En el encéfalo humano se ha producido, pues, un cierto desajuste debido a que, como dice el mismo Jacob, su desarrollo evolutivo mediante el proceso de *tinkering*, ha sido algo así como colocar un reactor en un coche de caballos y que, por tanto, no es de extrañar que en ambos casos haya accidentes, se tropiece con dificultades o se originen conflictos.

La corteza cerebral humana contiene unos cien mil millones de cuerpos neuronales con sus correspondientes axones y dendritas formando una complejísima red de más de un billón de interconexiones sinápticas. Este conjunto, que constituye más del 80% de la masa del encéfalo, es una lámina de un par de milímetros de espesor y de 1,5 metros cuadrados de superficie, que se extiende sobre ambos lados del encéfalo formando los hemisferios cerebrales, cuyos surcos y circunvoluciones son en realidad numerosos repliegues que reducen esta superficie a su tercera parte. En cada hemisferio se distinguen cuatro lóbulos: frontal, temporal, parietal y occipital, que, aunque delimitados por surcos o pliegues profundos, están profusamente conectados entre sí mediante las neuritas de sus neuronas. Es todo este conjunto el que constituye la base estructural de las actividades mentales, de forma que todos los fenómenos de pensamiento y percepción se traducen en potenciales de acción que se mueven a través de la corteza. Hay autores, como PINES [35] y CRICK y KOCH [6], que opinan que gran parte del pensamiento, planificación, lenguaje, imaginación, creatividad y capacidad de abstracción humanos proceden de esta lámina convoluta. Otros, como Eccles [11], afirman que el cerebro es la sede de la mente a la que consideran como una propiedad emergente, que surge de la actividad colectiva y finamente coordinada de todas las regiones cerebrales. En cambio, otros, como FISCHBACH [13] no son tan rotundos, pues aun admitiendo que la compleja estructura cerebral es suficiente para coordinar todas las actividades tanto motoras como sensoriales y emocionales de los animales, no están convencidos de que el cerebro humano, a pesar de ser la estructura más compleja del Universo, sea la base anatómica de la autoconciencia, de la reflexión, de la abstracción, de la imaginación y de los estados de ánimo. Hay, pues, un

reconocimiento tácito de que aún se ignora **qué** es la mente y de que a lo único que se puede aspirar actualmente es a hacer un estudio analítico de las actividades mentales. En una situación similar nos encontramos también los biólogos cuando tratamos de establecer el objeto fundamental de la Biología, ciencia que, a pesar de sus indudables avances cada vez más rápidos y espectaculares, aún no ha establecido **qué** es la vida, limitándose actualmente a investigar **cómo** es la vida, mediante el análisis de los fenómenos biológicos. Tanto en un caso como en otro se sustituyen los sustantivos, "mente" o "vida", por los adjetivos "mental" o "biológico"; en otras palabras, la investigación de la mente humana no ha rebasado la etapa analítica, y, por tanto, todavía está lejos de establecer qué es y cómo surgió la mente humana.

Precisamente una de las mentes más brillantes de la Humanidad, Max DELBRÜCK, en su ensayo "Mente y materia" [8], deja sin contestación la interrogante múltiple que él mismo se formula: "¿Cómo es posible que en un mundo que inicialmente no contenía vida --ni, por tanto, mente alguna-- apareciera la inteligencia? ¿Cómo pueden aparecer el entendimiento y la capacidad de discernir la verdad, a partir de la materia inerte?" Y, aun admitiendo que la mente se haya originado por un proceso de selección natural, Delbrück se plantea otra cuestión: "¿cómo es posible que dicho proceso haya dado lugar a una mente capaz de ahondar en las más complejas abstracciones matemáticas, en la estructura de la materia o en la naturaleza de la misma vida, todo lo cual era de dudosa o nula utilidad para el hombre de las cavernas?" Al término de este interesante ensayo, en el que se refleja su profundo conocimiento tanto de la física como de la astronomía, antropología, biología y genética, Delbrück concluye que, en el caso del origen de la mente, la naturaleza fue sumamente pródiga, pues dio bastante más de lo necesario.

Reflexionemos sobre estas interrogantes partiendo de la base de que el mecanismo de la evolución humana es el mismo que subyace en la de los demás seres de la biosfera. Por tanto, si aceptamos que *Ramapithecus* y *Australopithecus* son precursores de *Homo*, no hay ninguna razón para dudar de que el desarrollo de la inteligencia, de la creatividad, de la memoria, de la capacidad de reflexión y de abstracción y demás atributos de la mente humana, haya estado condicionado por las fuerzas evolutivas, aunque, como veremos, hay que tener en cuenta el efecto potenciador de la propia evolución cultural.

Por otra parte, si, como afirma ECCLES [11], el cerebro es la sede de la mente, hemos de buscar las respuestas a las interrogantes de Delbrück en la evolución del cerebro de los Primates. Ello nos plantea otra: ¿Cómo pudo desarrollarse evolutivamente el cerebro de los homínidos hasta llegar a ser el substrato de todas las actividades mentales? Aunque no es fácil abordar ordenadamente esta cuestión, creo se podría empezar tratando de esclarecer el que probablemente fue el primer paso de este proceso evolutivo y que, como queda dicho, se produjo con relativa rapidez hace más de dos millones de años, esto es, la transición desde

Australopithecus afarensis, cuyo encéfalo era aproximadamente del mismo volumen (entre 450 y 500 c.c.) que el de un chimpancé, hasta *Homo habilis*, cuyo encéfalo (de unos 700 c.c.) lo capacitaba para desarrollar algunas actividades mentales, como la invención de utensilios, la previsión de contingencias en la planificación de las cacerías y posiblemente el intercambio de ideas. Cabe pensar, pues, que esta transición entrañó no sólo un considerable incremento del número de neuronas, sino también la consiguiente multiplicación de las interconexiones sinápticas.

¿Qué factores determinaron este primer incremento del volumen y de la complejidad estructural del encéfalo? Dada la imposibilidad de comparar directamente los cerebros de estos dos homínidos fósiles, hemos de hacer algunas conjeturas basadas en datos paleontológicos y en resultados de recientes estudios en los que se compara el hombre actual con el chimpancé y otros antropoides en cuanto a determinados aspectos bioquímicos, genéticos y neurofisiológicos. Estos datos y resultados apoyan la idea de que el rápido desarrollo cerebral de los homínidos ha estado motivado e impulsado principalmente por la **macromutación** y por la **plasticidad cerebral**, potenciada a su vez por la **fetalización**. Veamos:

Teniendo en cuenta que, como han demostrado KING y WILSON [21], muchas de las proteínas humanas (citocromo c y las cadenas α , B y Γ de la hemoglobina) son idénticas a las del chimpancé tanto en su secuencia de aminoácidos como inmunológicamente y que, por consiguiente, los genes estructurales que codifican la estructura primaria de estas proteínas en ambas especies han de ser idénticos, es razonable pensar que esta similitud genética era mucho mayor entre *Australopithecus* y *Homo habilis*. En otras palabras las diferencias entre estos homínidos no eran debidas a mutaciones en genes estructurales, sino a **macromutaciones**, que, al afectar a genes reguladores, influyen profundamente en el desarrollo embrionario y conducen a cambios fenotípicos importantes, ya que alteran el tiempo y el modo de expresión de varios genes simultáneamente. Parece, pues, verosímil que el rápido aumento de volumen del cerebro de los homínidos haya sido impulsado en principio por este tipo de mutaciones, que determinarían una o más duplicaciones extra de las neuronas.

Pero, más importante que este aumento del número de neuronas es la subsiguiente formación de la compleja red de conexiones sinápticas que caracteriza al cerebro humano. Según recientes investigaciones de FISCHBACH [13] y de SHATZ [38], esta red de interconexiones es el resultado del crecimiento orientado de los axones, en el que se distinguen dos fases: en la primera, que se realiza antes del nacimiento, el crecimiento de los axones está determinado genéticamente hasta que éstos alcanzan la zona apropiada; como ha demostrado SHATZ [38], los axones crecen en la dirección adecuada debido a la existencia de ciertos productos génicos

que actúan como sensores moleculares específicos. En la segunda fase, que ocurre después del nacimiento, es cuando se produce la verdadera maduración cerebral, al terminar de establecerse con suma precisión las conexiones sinápticas. Se caracteriza esta segunda fase porque el crecimiento de los axones, en lugar de estar determinado genéticamente, está estrechamente condicionado por una de las propiedades más trascendentes del sistema nervioso: su **plasticidad**, esto es, su casi ilimitada capacidad de remodelación de las conexiones sinápticas, dependiendo de la mayor o menor actividad neuronal, hasta el punto de que esta actividad puede alterar el número y localización de las sinapsis. Son los propios potenciales de acción los que modifican los circuitos a través de los cuales se transmiten; como diría Machado, "se hace camino al andar". Ello es particularmente cierto y ostensible durante la vida perinatal, cuando el recién nacido entra en contacto con el mundo exterior, ya que las ulteriores conexiones sinápticas dependen de impulsos nerviosos procedentes no sólo del cerebro, sino también de los receptores de estímulos del entorno. Así, aunque el cerebro del niño recién nacido contiene ya la totalidad de las neuronas, su peso es de unos 300 gramos (apenas el 25% del adulto), y por tanto su crecimiento se debe a un incremento de tamaño de los cuerpos neuronales y al aumento del número de dendritas y de axones, así como a la prolongación de éstos siguiendo trayectorias precisas hasta conectar con la siguiente neurona. De este modo se van estableciendo las interconexiones entre las distintas zonas y capas de la corteza cerebral del adulto, y, como afirma FISCHBACH [13], es precisamente la intrincada complejidad de la red de interconexiones neuronales la que distingue a *Homo sapiens* de los demás animales.

La plasticidad cerebral también la presentan otros primates, como se desprende de los experimentos de KANDEL y HAWKINS [20], quienes han comprobado que si a un macaco se le hace ejercitar los dedos índice y anular de una mano (haciendo girar un disco impulsándolo continuamente con esos dos dedos), al cabo de poco tiempo ha aumentado no sólo la destreza manual del animal sino también el volumen de las correspondientes zonas motoras de la corteza cerebral. Pero esta propiedad es mucho más acentuada en el hombre, hasta el punto de ser la base de la extraordinaria capacidad de aprendizaje característica de la especie humana, así como de la adquisición de la increíble destreza de los pianistas, violinistas, mecanógrafos, malabaristas, prestidigitadores, etc., y de toda persona que consigue superarse día a día mediante el continuo entrenamiento.

Esta enorme plasticidad del cerebro humano ha estado propiciada por algunos rasgos preadaptativos que surgieron con la aparición de las dos singularidades básicas de los homínidos: el bipedismo y el rápido crecimiento del encéfalo. Veamos. Uno de los escollos más importante con que tropezó la evolución de los homínidos fue sin duda la incompatibilidad de estas dos singularidades, debida a que el bipedismo, al hacer más angosto el canal del

parto, limita el crecimiento del encéfalo y del cráneo que lo contiene. Cabe pensar, pues, que esta incompatibilidad condicionó la evolución de los australopitécidos, en el sentido de que la mayoría de estos primeros homínidos hubieron de "renunciar" al desarrollo cerebral, y quizás ésta fuera la causa de su extinción. Ahora bien, los datos paleontológicos indican que una de las especies, *Australopithecus afarensis* (volumen cerebral 450 c.c.), "encontró" el modo de compatibilizar el bipedismo con el aumento de la masa encefálica, y ello posibilitó la aparición de *Homo habilis* (volumen cerebral 650 c.c.). Esta "solución" evolutiva pudo consistir en que la mutación determinante de la duplicación extra de las neuronas fuese acompañada de otra que determinara un acortamiento de la vida intrauterina del feto, que nacería antes de que su cráneo fuese demasiado grande. En los subsiguientes pasos hasta llegar a *H. sapiens* cada incremento de la masa cerebral tuvo que ser compensado por la correspondiente disminución de la vida intrauterina, que ha quedado reducida a nueve meses en lugar de los quince que debieran ser atendiendo a la masa corporal y a la vida media.

Esta reducción del período de gestación fue fundamental no sólo porque permitió el aumento del volumen encefálico sino también porque dio lugar a la **fetalización**, esto es, al nacimiento en estado fetal. Esta otra consecuencia tuvo gran importancia preadaptativa, porque ha sido el factor potenciador de la plasticidad cerebral en tanto en cuanto acorta el período en que el crecimiento de los axones está determinado genéticamente mediante sensores moleculares y adelanta el comienzo de la fase en que las conexiones interneurales específicas están condicionada por la propia actividad neuronal. En otras palabras, con el adelantamiento del parto, se desencadena mucho antes la maduración cerebral progresiva impulsada por los estímulos del mundo exterior.

Quizás podamos ya intentar explicar la **prodigalidad de la evolución del cerebro** basándonos en los comentarios que acabamos de hacer. Para ello, postulemos que el desarrollo evolutivo del encéfalo de los homínidos ha progresado a un ritmo creciente debido a que ha estado sujeto a una espiral de realimentación impulsada por la plasticidad cerebral, en dos niveles diferentes.

El primero de estos niveles de realimentación afecta a la segunda fase de la maduración cerebral, en el sentido de que cuanto mayor sea la actividad neural tanto mayor será la rapidez y la precisión de las interconexiones sinápticas que se forman, lo que se traduce en un aumento de la complejidad estructural, con el consiguiente incremento de la actividad neural, que, a su vez, estimula el establecimiento de nuevas interconexiones, y así sucesivamente. Es concebible, pues, que en algún momento el cerebro de *Homo habilis* alcanzase un umbral crítico de complejidad estructural suficiente para la **previsión de contingencias** y, por ende, para la fabricación del **primer utensilio**. Con esto se pone en marcha la **evolución cultural**, que, a través del segundo nivel de realimentación postulado,

quedó para siempre estrechamente vinculada al desarrollo evolutivo del cerebro, en el sentido de que la aparición progresiva de las actividades mentales y los avances culturales se vienen impulsando mutuamente a través de una espiral ascendente, que no se ha interrumpido hasta la actualidad.

Cabe pensar, por tanto, que la prodigalidad de la naturaleza con respecto a la mente humana consistió, todo lo más, en dar al hombre de Neanderthal un encéfalo de 1.400 gramos dotado, eso sí, de una plasticidad potencialmente ilimitada, que sirvió de motor de la espiral de retroalimentación inherente a la evolución cultural, de forma que aquella mente que en principio servía, como dice Delbrück, únicamente para construir y usar utensilios de piedra, establecer un mínimo de organización social para la caza y contar cuentos sobre cacerías alrededor de la hoguera, le permite ahora, sólo doscientos mil años después, "llegar a las abstrusas lejanías de la teoría numérica, la mecánica cuántica, la relatividad, las partículas elementales y la genética molecular".

Pero, dado que la evolución cultural no ha terminado, se puede afirmar que aquel encéfalo de los neandertales, cuyo volumen no ha aumentado en los últimos doscientos mil años, seguirá siendo el soporte de una mente cada vez más capaz de ahondar en teorías aún más abstrusas. Ello es concebible si se tienen en cuenta las dos formas de potenciación de la capacidad mental: por acumulación de conocimientos a través de las generaciones (conexión **en serie** de los cerebros) y, lo que es más importante, porque un grupo de intelectuales, actuando coordinadamente en equipo, esto es, conectando **en paralelo sus cerebros**, puede realizar labores que sobrepasan con mucho la eficacia de cada uno de ellos por separado.

4.2. Lenguaje simbólico

Hoy se acepta sin reservas la opinión de BEALS y HOIJER [3] de que "el lenguaje es probablemente la más valiosa de las singularidades del hombre, ya que le permite comunicarse directamente con sus semejantes posibilitando no sólo el quehacer operativo y coordinado, sino también la confrontación de ideas y experiencias, así como la transmisión acumulativa de los conocimientos a través de las generaciones, ya sea mediante la palabra hablada como por la escritura o la grabación de la palabra por medios cada vez más sofisticados. Por consiguiente, tanto el avance de la evolución cultural como el progreso de las civilizaciones, basados ambos en la convivencia y en la cooperación, habrían sido imposibles sin el lenguaje".

Conviene aclarar, no obstante, que la comunicación entre individuos de una misma especie es un rasgo general de todos los animales, y en muchas especies gregarias o sociales esta comunicación interindividual es una necesidad fundamental. A veces, como ocurre en algunos insectos sociales como las abejas, el código de señales es tan sofisticado y complejo, que no es fácil establecer una separación neta con el lenguaje humano. Lo mismo ocurre con los

gestos y sonidos de muchas aves gregarias.

También el enigma referente al origen y evolución del lenguaje humano ha sido abordado por especialistas muy diversos (antropólogos, etólogos, neurofisiólogos, lingüistas, sociólogos, etc), y en consecuencia, existe una gran cantidad de información, que concierne principalmente a dos cuestiones: la comparación entre el lenguaje humano y el de los animales y la búsqueda de respuestas a la interrogante "¿cuándo y cómo surgió el lenguaje simbólico?"

En lo que respecta a la primera de estas cuestiones, cabe resumir aquí algunos resultados de estudios etológicos, lingüísticos y neurofisiológicos. Destaquemos en primer lugar los estudios del etólogo austriaco Konrad LORENZ quien, gracias a sus extraordinarias dotes de observación, ha establecido una neta separación entre el lenguaje de los animales y el habla humana. Según este autor [26,27], los animales, particularmente las especies sociales o gregarias, expresan sus "sentimientos" mediante un cierto número de movimientos y sonidos innatos; también tienen modos innatos de reaccionar ante estas señales siempre que las vean o las oigan en un miembro de su especie. Por ejemplo, las especies de aves altamente sociales, como el grajo o el ganso, tienen un complejo código de estas señales que son emitidas y comprendidas por todos los individuos sin ninguna experiencia previa. Este código de señales puramente innato de una especie animal difiere fundamentalmente del lenguaje humano, cuyas palabras tienen que ser aprendidas laboriosamente por el niño una por una. Además, los "lenguajes" animales, al ser un carácter específico fijado y transmitido genéticamente – exactamente igual que cualquier otro carácter fenotípico– son ubicuos para cada una de las especies, esto es, el lenguaje es el mismo para todas los individuos de una misma especie aún cuando pertenezcan a poblaciones aisladas geográficamente. En cambio, en el hombre, aunque su capacidad lingüística está condicionada genéticamente, los distintos lenguajes no son hereditarios, sino que, como parte integrante de la cultura, han de ser totalmente adquiridos por aprendizaje. Más adelante comentaremos la importancia de esta diferencia.

Sobre los aspectos lingüísticos y neurofisiológicos existe una abundante información, que resumimos aquí, apoyándonos principalmente en los capítulos que DELBRUCK [8], DOBZHANSKY [10], WILSON [43] y YOUNG [44] dedican a estos aspectos, así como en recientes publicaciones de DAMASIO y DAMASIO [7], de GREENBERG y RUHLEN [16] y de RENFREW [36].

El rasgo más llamativo, aunque no el más importante, del lenguaje humano es su diversidad, pues se estima que en la actualidad se hablan más de 5.000 idiomas ininteligibles entre sí, aunque derivados de una misma lengua original que ha ido diversificándose a la par que la evolución cultural. En todos ellos es posible expresar ideas, conceptos, emociones, sentimientos y estados de ánimo, mediante la emisión de fonemas que se combinan entre sí para formar las palabras (símbolos) que, para que tengan significado, se han de pronunciar en un determinado orden, de acuerdo con las reglas gramaticales de cada lengua. El número de

fonemas varía entre diez y setenta, según las distintas lenguas, aunque la comunicación es posible con menor número de fonemas, como ocurre con el lenguaje silbado de los gómeros, en el que hay sólo seis (*). Ahora bien, el habla no consiste únicamente en una emisión de sonidos controlada por determinadas áreas motoras de la corteza cerebral, sino que la índole simbólica de cualquier lenguaje humano entraña complejos procesos mentales, como son la transformación del significado en sonido por parte de quien habla y transformación del sonido en significado por parte de quien escucha; además, para que la comunicación sea eficaz, es esencial que estos procesos mentales sean perfectamente reversibles en ambos interlocutores.

Por otra parte, la plasticidad cerebral confiere al lenguaje humano la capacidad prácticamente ilimitada de componer nuevas expresiones comprensibles, de modo que con un número finito de palabras se puede expresar un número infinito de ideas. Otro rasgo indicativo de la mediación de actividades mentales específicas en el lenguaje simbólico es su carácter representativo, que consiste en la posibilidad de referirse a objetos, hechos y situaciones no necesariamente presentes en el entorno inmediato, sino sea cual fuere su distancia en el espacio y en el tiempo; tampoco es necesario que sean reales, sino que pueden ser puramente imaginarias.

Desde hace tiempo muchos neurocirujanos y neurofisiólogos se han interesado por localizar en el cerebro humano la base orgánica de las actividades mentales implicadas en el lenguaje simbólico. Al principio basaban sus estudios en relacionar ciertos trastornos del lenguaje con lesiones cerebrales fortuitas y recientemente se investiga mediante el empleo de sofisticados métodos para provocar o detectar impulsos nerviosos en distintas zonas muy concretas de la corteza cerebral. De este modo se han identificado **el área de Broca**, en la que se coordinan todos los movimientos musculares (labios, lengua, cuerdas vocales, etc) implicados en la articulación de las palabras, y **el área de Wernicke**, receptor primario de los estímulos auditivos. Ambas áreas, que por regla general están situadas en el hemisferio izquierdo, están interconectadas por un grueso haz nervioso, denominado **fascículo arqueado**. Ninguna de estas áreas existen en la corteza cerebral de los demás primates, ni siquiera en los póngidos más evolucionados.

También se ha profundizado en el estudio de los mecanismos de procesamiento del lenguaje y se ha demostrado la existencia de grupos de estructuras neurales que actúan influyéndose recíprocamente. Así, DAMASIO y DAMASIO [7] distinguen tres de estos grupos estructurales: uno de ellos es muy extenso y comprende muchas de estas estructuras situadas en ambos hemisferios y que sirven para representar los conceptos; otro, menos extenso y por

(*). Acerca del origen y peculiaridades del lenguaje silbado de los gómeros el lector podrá encontrar más fuentes de información en una reciente publicación de NAVARRO MEDEROS [31].

lo común situado en el hemisferio izquierdo, que procesa la formación de las palabras y las frases, y el tercero es un estrato crucial de mediación, en gran parte localizado también en el hemisferio izquierdo, y que sirve de intermediario entre los dos primeros, es decir, a partir de conceptos estimula la emisión palabras, o bien hace que el cerebro evoque los conceptos correspondientes a las palabras recibidas.

Antes de considerar la cuestión del origen del lenguaje simbólico conviene comentar brevemente dos singularidades de la especie humana indicativas de que su capacidad lingüística está determinada genéticamente. Me refiero al hecho de que cualquier niño recién nacido normalmente constituido posee, sea cual fuere su raza o condición social, dos rasgos innatos: **propensión a la emisión de sonidos** y **capacidad de aprender a expresarse correctamente en uno o más de los diversos idiomas actuales**. Con respecto al primero de estos rasgos STEBBINS [39] señala que entre los bebés y las crías de póngidos existe una notable diferencia en cuanto a la emisión de sonidos: los primeros están constantemente emitiendo balbuceos, hasta que logran articular palabras reconocibles, los segundos, en cambio, jamás balbucean, sino que permanecen completamente silenciosos hasta que pueden imitar los gritos que emiten los adultos. Por otra parte, es cierto que los macacos, babuinos y chimpancés tienen un rico repertorio de gritos y una tendencia genética a emitirlos con el fin de comunicar estados emocionales, pero este repertorio es insignificante comparado con el del hombre, pues, como veremos, la adopción de la postura erguida permitió a los homínidos enriquecer el repertorio de sonidos hasta el punto de que el hombre actual puede emitir los fonemas necesarios para comunicarse en todos los idiomas. Es más, como dice WILSON [43], incluso sin palabras, la comunicación humana sería la más rica conocida, pues el número de las señales no vocales, incluidas las expresiones faciales, posturas corporales y movimientos, y toques, posiblemente supere el centenar. En este contexto cabe citar que los sordomudos pueden comunicarse mediante signos visio-motores (cinemas) con la misma eficacia del lenguaje hablado.

Aún mayor significado evolutivo tiene el segundo de los rasgos enunciados, la capacidad potencial innata de aprender cualquier idioma, puesto que indica que el cerebro del recién nacido está dotado de la plasticidad suficiente para convertirse en el soporte estructural de todas las actividades motoras y mentales específicas del idioma en cuestión. Este rasgo distintivo de los humanos sugiere dos hechos evolutivamente importantes: en primer lugar concuerda con la idea generalmente admitida de que el lenguaje simbólico, como la vida, surgió una sola vez, y en segundo lugar, al tratarse de un rasgo determinado genéticamente, plantea la cuestión de cómo y cuándo se establecieron estos genes en las poblaciones humanas o prehumanas, cuya contestación sería de gran utilidad para la elucidación del origen del lenguaje simbólico.

5. 2.3. ¿Cuándo y cómo surgió el lenguaje simbólico?

Algunos autores, como WILSON [43], opinan que el desarrollo del lenguaje simbólico, representa un salto cuántico en la evolución, comparable al ensamble de la célula eucariótica. Como ya hemos dicho, también se acostumbra a atribuir el origen de la mente a otro salto cuántico en la evolución de los homínidos; suele decirse, asimismo, que la mente es una propiedad emergente. En este contexto debo confesar que desconozco si las expresiones "salto cuántico" o "propiedad emergente" tienen algún significado filosófico o metafísico, pues a mí, como biólogo, me sugieren la idea de un "destello" inesperado y, por tanto, me parecen conceptos vacíos, a los que se le podría dar contenido si se explicase cómo y cuándo se produjo tal destello, y ello es lo que pretendo hacer aquí aun a sabiendas de que mis razonamientos pueden resultar demasiado simplistas.

Comencemos con el "cómo", que se presta a más variadas suposiciones. Es posible que la comunicación entre los primitivos homínidos fuese una combinación de gestos significativos y de exclamaciones vocales expresivas. La voz pudo haber sido más importante en las partidas de caza, mientras que los gestos manuales y faciales se usarían para la enseñanza y el aprendizaje en los campamentos. Esta suposición implica que el lenguaje evolucionó durante centenares de milenios, principalmente cuando *H. erectus* era el homínido dominante, aunque es muy probable que el "destello" del lenguaje se produjera en un individuo de *H. habilis*, que, seguramente formando parte de un grupo que vagaba por la sabana, haciendo uso de su rico repertorio de gestos y vocalizaciones, articuló uno o más fonemas (tal vez para hacer notar alguna circunstancia, como la presencia de un depredador o de algún alimento), y esta palabra pudo ser correctamente interpretada por otro individuo, siendo ésta la primera vez que un fonema o conjunto de fonemas provocan la "misma" representación mental tanto en el que "habla" como en el que "escucha". Y si este último fue también capaz de memorizar dicha palabra y de repetirla ante la misma circunstancia, podemos decir que surgió el primer símbolo, y además suponer que, dada su indudable ventaja adaptativa, sería seguido de otros que sirvieron para denominar los demás elementos del entorno, con lo que se inicia un largo proceso de aprendizaje que ya no se interrumpe hasta el momento actual, siguiendo una trayectoria paralela a la evolución cultural, y que, como ésta, se produce a un ritmo creciente concomitante con el desarrollo de la mente, sujeto a un feed-back positivo con los avances sociales, religiosos, políticos, etc.

Pero, aceptando que el lenguaje simbólico surgió así, ¿cuándo surgió? Esta interrogante ha sido abordada desde muchos ángulos y, en consecuencia, se han propuesto hipótesis muy diversas que, quizás haciendo una excesiva simplificación, podríamos agrupar atendiendo a los criterios en que se basan: lingüísticos, culturales y paleontológicos.

DELBRÜCK [8], apoyándose en criterios lingüísticos, sitúa el origen del lenguaje simbólico

antes de la separación de los indios americanos de sus parientes asiáticos. Esto ha sido corroborado por GREENBERG y RUHLEN [16], quienes demuestran, además, que los pobladores del Nuevo Mundo llegaron desde Asia en tres oleadas migratorias, que dieron lugar, respectivamente, a las tres familias lingüísticas actuales: amerindia, na-dene y eskimo-aleutiana. Por otra parte, cada vez son más los autores que, como STEBBINS [39] y DELBRÜCK [8], basándose en criterios culturales remontan el origen del lenguaje hasta *Homo habilis*, relacionándolo con la fabricación de herramientas, armas arrojadas y con la planificación de las partidas de caza.

Quizás el criterio más objetivo para datar el origen del lenguaje humano es el que se apoya en la evolución orgánica de los primates, especialmente en lo que se refiere a la aparición y subsiguiente perfeccionamiento de órganos relacionados con la base orgánica del lenguaje. Como ya hemos señalado, en la corteza cerebral humana existen una serie de centros (áreas de Broca y de Wernicke, fascículo arqueado) que no se encuentran en los demás primates vivientes. La investigación en este sentido sería muy esclarecedora si fuese posible hacer un estudio comparativo de los cerebros de *Australopithecus*, *Homo habilis* y *H. erectus*, y, dada la imposibilidad de una comparación directa, en recientes estudios se están haciendo reconstrucciones de cráneos fósiles, principalmente de australopitécidos, con la idea de relacionar el relieve de sus superficies internas con posibles circunvoluciones; pero aún no se han obtenido resultados significativos, y en todo caso habría que ser muy cautelosos en su interpretación.

También se ha abordado este estudio investigando en los restos fósiles de los Homínidos rasgos anatómicos que pudieran estar relacionados con la modulación de las vocalizaciones, especialmente con la configuración de la laringe y con la movilidad de la lengua. Comentaremos dos tentativas en este sentido:

Según MARLER (tomado de WILSON [43]), la competencia vocal de los humanos se hizo posible gracias a los cambios anatómicos que se produjeron como consecuencia de la postura erguida y que afectan a la cavidad bucal y al tracto respiratorio superior. En efecto, con el rostro dirigido por completo hacia delante, la cavidad bucal forma un ángulo de unos 90 grados con el espacio faríngeo superior. Esta configuración permite retrasar la base lingual hasta formar parte de la pared anterior del tracto faríngeo superior. Asimismo, se han alargado considerablemente el espacio faríngeo y la epiglotis. Estos dos cambios principales son los responsables de la versatilidad en la producción de sonidos. Cabe suponer, pues, que esta competencia vocal existía ya en los australopitécidos.

La otra tentativa, impulsada por KOENIGSWALD [22], se basa en un estudio comparado de la anatomía de la mandíbula, cuyos resultados son bastante sugestivos. En los monos, el lado interno de la sutura intermaxilar, esto es, la parte que queda detrás del mentón, aparece

totalmente lisa y muestra sólo orificios vasculares. En el hombre, en cambio, encontramos en este lugar una pequeña osificación conocida con el nombre de *spina mentalis* y en la que se insertan los músculos hioideos y genioglosos, que son indispensables para el movimiento de la lengua. Se admite que la presencia de estas osificaciones es una de las pruebas anatómicas más seguras en favor de un lenguaje articulado. Según Koenigswald, esta espina se aprecia claramente también en el Hombre de Pekín, en el Hombre de Heidelberg y en todas las formas humanas primitivas y, por tanto, opina que todos los homínidos conocidos hasta hoy fueron al menos habladores en potencia. Cabe suponer, pues, que aunque la riqueza de vocalizaciones se puede relacionar con la adopción de la postura erguida, hace unos cuatro millones de años, el origen del lenguaje fue muy posterior, coincidiendo con el empleo del primer símbolo, hace unos dos millones de años, pues es lógico pensar que la simbolización (que implica abstracción y representaciones mentales) no fue posible hasta que el cerebro alcanzó un determinado volumen, coincidiendo con la aparición de *H. habilis*. Ello nos lleva a relacionar estrechamente el comienzo de la evolución cultural con la aparición del lenguaje simbólico, hasta el punto de que esta singularidad humana ha quedado individualmente vinculada a la espiral de progresiva potenciación recíproca entre el desarrollo de la mente y el avance cultural. Tan es así, que, como queda dicho, el lenguaje se ha convertido en la palanca más potente de la autodomesticación de la Humanidad, ya que es el único medio de comunicar ideas tanto sociales como filosóficas, políticas y religiosas. Por consiguiente, aquellos grupos que dispongan de medios eficaces para difundir sus propias ideas, terminarán por inculcarlas en el resto de la Humanidad. Esperemos que tales ideas no sean de agresión y dominio, sino de solidaridad humanitaria.

4.3. La agresividad intraespecífica

Hemos visto que el desarrollo de la mente y del lenguaje simbólico ha conferido a *H. sapiens* una enorme ventaja selectiva que, al impulsar su evolución cultural, lo ha convertido en la especie dominante de la biosfera. En cambio, otra de las singularidades del hombre, su peculiar agresividad intraespecífica, se nos presenta como un rasgo contraproducente que, potenciado por la propia evolución cultural, lejos de ser ventajoso para la especie, puede conducir a su extinción. Por tanto, en el caso de la agresividad humana, hemos de considerar, además de su origen, las posibles causas su incongruencia evolutiva.

No trataremos aquí la agresividad interespecífica humana, sólo recordaremos que el hombre se ha convertido en el gran depredador de la biosfera, debido a que su evolución cultural le ha llevado a sofisticar su agresividad interespecífica valiéndose de armas mortíferas que le permiten practicar una depredación masiva, hasta el punto de que ha causado la extinción de muchas especies animales. Como veremos a continuación, también en el caso de

la agresividad intraespecífica, el hombre sobrepasa en violencia y crueldad a todas las demás especies de la biosfera.

La agresión intraespecífica es un fenómeno generalizado en el mundo animal, consustancial con la selección natural en sus dos aspectos: lucha por el alimento y lucha entre machos por la prioridad de apareamiento. El primer aspecto se suele dar en especies relativamente sedentarias que tienen un sentido de la territorialidad. Los machos acotan "su" territorio en el que buscan el alimento tanto ellos como todos los miembros de su grupo. En este caso la agresividad suele consistir en una actitud hostil frente a otros machos intrusos; esta actitud puede conducir a enfrentamientos y a luchas que nunca son cruentas, pues acaban cuando uno de los contendientes huye o hace gestos de sumisión.

El segundo aspecto de la agresividad intraespecífica, que ya fue descrito por Darwin, consiste en las luchas, entre los machos de algunas especies para dirimir la prioridad de apareamiento sexual. Esta forma de agresividad es propia de especies gregarias nómadas y no de las que defienden su territorio. Favorece la supervivencia de la especie porque guarda correlación con el cuidado paterno de las crías, tanto en su alimentación como en la defensa frente a otras familias o clanes, y es posible que sea el origen evolucionario de la rivalidad entre clanes de una misma especie. Este tipo de agresividad existe en los primates gregarios, como babuinos, gorilas y chimpancés, y es muy probable que la tuvieran también los prehomínidos como los australopitécidos. En todas estas especies hay un control de la hostilidad intraespecífica de forma que la agresión nunca llega a ser cruenta, porque, como hemos dicho, uno de los contendientes huye o hace gestos de sumisión que apaciguan al vencedor.

Cabe preguntarse, pues, cómo y cuándo surgió la agresividad intraespecífica cruenta que caracteriza a *Homo sapiens* y que no se limita a la actitud hostil de defensa que presentan la mayoría de los primates, sino que entraña acometividad y violencia. Yo haría coincidir el comienzo de la agresividad humana con el de la evolución cultural, hace aproximadamente unos dos millones de años, cuando *Homo habilis* fabricó sus primeros utensilios, en principio "con vistas" (ya había premeditación) a la obtención y preparación del alimento, pero que luego se fueron convirtiendo en armas para la agresión interespecífica (caza de animales cada vez mayores). A medida que aumentaba la eficacia de tales armas, y por tanto se disponía de mayor cantidad de alimento, se va produciendo un incremento en la densidad de población, con lo que se fue acentuando la violencia de la agresividad intraespecífica. Tal vez ésta haya sido la causa de la expansión de *Homo erectus* por todo el Viejo Continente siguiendo una conducta gregaria nómada. Pero llega una época en que el hombre tiende al sedentarismo, se produce la ocupación de las cavernas y se establecen campamentos, lo que conduce a una organización social con las consiguientes normas de convivencia y distribución de las tareas

de la comunidad. Con ello nace en el hombre, hasta entonces nómada, el sentido de territorialidad y, sobre todo, el sentido de identidad de cada individuo como integrante de "su" comunidad. No es extraño, pues, que surjan fricciones y conflictos entre poblaciones o tribus colindantes, que al principio consistirían sólo en una actitud hostil puramente defensiva, pero que luego fue dando paso (tal vez coincidiendo con períodos de escasez) a una agresión premeditada en forma de luchas fronterizas, con el saqueo de los poblados y con la muerte de los vencidos, que a veces eran objeto de canibalismo, más que para satisfacer el hambre, como parte de ritos simbólicos, como sucedió con los neandertales (STEBBINS [39]). Lo cierto es que a medida que progresa la evolución cultural, impulsada por el creciente desarrollo de las actividades mentales y facilitada por el enriquecimiento del lenguaje simbólico, la acometividad intertribal inicial se ha ido "perfeccionando" hasta convertirse en la agresividad intraespecífica actual, que cuando es premeditada, planificada y considerada "justa y necesaria" recibe el nombre de guerra, y que ha conducido a la invención de armas mortíferas cada vez más sofisticadas, estableciéndose lo que se ha denominado la carrera armamentística en una especie de espiral ascendente y sin fin, sobre todo en el caso de que dos estados o comunidades tengan aspiraciones coincidentes de hegemonía y dominio. En tales circunstancias se da prioridad a la industria bélica, en menoscabo de todas las demás actividades.

¿Cómo ha llegado el hombre a este grado de violencia grupal y a la guerra organizada, a pesar de la evidente amenaza de extinción que supone para la propia especie?

A mi juicio, una de las respuestas más lógicas se debe a THORPE [41] quien, después de reconocerse incapaz de encontrar una respuesta plausible, descarta como causas de la agresividad intraespecífica la superpoblación, la falta de espacio, la escasez de alimento, basándose en ejemplos históricos en los que no existe correlación alguna causa-efecto. Tampoco la atribuye a los hábitos cazadores, pues los esquimales, siendo cazadores son muy pacíficos. Este autor hace una distinción entre la violencia individual y la violencia organizada de la guerra moderna, dice que "las gentes que hacen la guerra no suelen ser violentas, ni tampoco proceden de grupos violentos (p.e. Corea, Vietnam y el Medio Oriente) pero optan por someterse a las privaciones, terrores y horrores que la guerra entraña, triste y obligadamente porque han sido persuadidos de que si no lo hacen los males serán peores. De ahí que los persuasores, los Führers, los líderes y los demagogos influyan no sólo sobre la gente llana sino, a veces, también sobre los intelectuales, convenciéndoles de que existe cierto tipo de gloria en la guerra. Puede ser que estos líderes sí sean personalmente agresivos. Pero ¿cómo pueden persuadir a personas no violentas, no agresivas, pacíficas, de que la guerra es algo glorioso? Lo malo de la violencia de grupo y la guerra en las sociedades humanas es que no hay ninguna restricción inherente y efectiva".

Ante el razonamiento de Thorpe, la interrogante que queda en el aire es ¿Por qué la violencia intraespecífica del hombre no responde a los gestos de sumisión de los vencidos? Se han propuesto varias interpretaciones. STEBBINS [39], por ejemplo, distingue entre violencia individual y guerra, atribuyendo la primera (propia de francotiradores, destripadores, estranguladores, etc.) a psicopatías o a lesiones cerebrales, pues en muchos casos se ha demostrado que estos agresores violentos padecen tumores cerebrales; en cambio, en el caso de la guerra, especialmente cuando se emplean armas de largo alcance (artillería, bombardeos, etc.), el agresor no responde a los gestos de sumisión porque no ve el rostro de la víctima. Pero, esta explicación no es aplicable a los combates cuerpo a cuerpo ni tampoco a las luchas a muerte entre gladiadores.

En mi opinión, la respuesta más acertada es la de LORENZ [26], quien basándose en sus extensos y minuciosos estudios sobre el comportamiento agresivo de diversas aves y mamíferos, tanto en su hábitat natural como en cautividad, y tras hacer una comparación entre herbívoros y fieras y entre palomas y rapaces, encuentra una explicación plausible tanto por su lógica como por su sencillez. Su tesis es la siguiente: los animales herbívoros, al no poseer órganos especializados para la depredación, sostienen luchas que no son lesivas y que acaban con la huída del perdedor, pero si éste no puede huir (por estar en cautividad), entonces el vencedor actúa sin ningún freno, a picotazos o mordiscos, hasta acabar con la vida del vencido; en cambio, los mamíferos carnívoros y las aves rapaces, que están dotados de "armas" mortíferas para su actividad depredadora (agresividad interespecífica) presentan una agresividad intraespecífica que por lo general es totalmente incruenta, aún cuando los contendientes estén en cautividad y, por tanto, el vencido no pueda huir, pues en este caso el perdedor hace un gesto de sumisión que bloquea automáticamente la posible violencia del vencedor; por ejemplo, en una lucha entre perros o entre lobos la actitud de sumisión consiste en que el vencido presenta su garganta indefensa al vencedor; pero éste, que momentos antes le habría hincado sus muelas carnívoras, es ahora, ante este gesto de sumisión, incapaz de matar a su adversario. Como señala DELGADO [9], esta inhibición de la crueldad está gobernada por el sistema límbico, que alcanza un extraordinario desarrollo tanto en aves como en mamíferos y que al estar, por otra parte, muy ligado, al cuidado de la prole, desencadena mecanismos inhibidores de la agresión no sólo ante los gestos de sumisión, sino también los rasgos infantiles y juveniles.

Esta conducta es perfectamente congruente, pues si estas inhibiciones no operasen, las luchas intraespecíficas acabarían siempre con la muerte de uno de los contendientes, con el consiguiente riesgo para la pervivencia de la especie. Este comportamiento es el resultado de un largo proceso evolutivo perfectamente compensado, de forma que a la par que las especies depredadoras van desarrollando órganos para su agresión interespecífica, su

conducta se va haciendo dependiente de una serie de inhibiciones innatas e instintivas que evitan que un animal use indiscriminadamente sus armas contra individuos de su propia especie en las luchas que sostienen defendiendo un territorio o dirimiendo la posesión de las hembras. En estas luchas incruentas no es tan sorprendente la inhibición del vencedor (que es incapaz de morder la garganta del vencido), como la confianza del vencido en la eficacia de su gesto de sumisión.

Paradójicamente, *Homo sapiens*, a pesar de que dispone de armas incomparablemente más mortíferas que las de las fieras, y que además es consciente de las consecuencias de una agresividad intraespecífica cruenta, rara vez atiende a la solicitud de misericordia del vencido. Su agresividad intraespecífica no está sujeta a la inhibición por el gesto sumiso y suplicante del vencido. Lejos de ello, se ha dedicado a la fabricación de armas cada vez más eficaces destinadas no sólo a la depredación sino también a la aniquilación de sus congéneres, convirtiéndose así en la única especie potencialmente capaz de ocasionar su propia extinción.

¿A qué se debe esta singularidad de la especie humana? Según LORENZ [26], es consecuencia de un desajuste entre la evolución orgánica y la evolución cultural, que él razona magistralmente diciendo que "sólo existe un único ser que posee armas que no han crecido en su cuerpo, y de cuyo funcionamiento los instintos no saben nada y que, por tanto, no están sujetas a la adecuada inhibición. Este ser es el hombre, cuyas armas son cada vez más monstruosas, hasta el punto de que en unas pocas décadas ha preparado un arsenal, capaz de destruir el planeta". E insiste: "nos diferenciamos de los animales en que no hemos recibido nuestras armas de la naturaleza sino que las construimos nosotros mismos por nuestra libre voluntad. Si estas armas nos hubiesen salido en nuestro cuerpo como resultado de un proceso evolutivo, los correspondientes impulsos e inhibiciones necesitarían para su desarrollo un tiempo que los geólogos y los paleontólogos están acostumbrados a manejar, pero no los historiadores."

Ante este alarmante desequilibrio entre la evolución orgánica y la cultural, esperemos que la mente responda acertadamente y que valiéndose del lenguaje dirija la evolución cultural hacia la instauración en la especie humana de los mecanismos de inhibición de su agresión, que no le han sido dados por la Naturaleza, pero que son imprescindibles para evitar su autodestrucción.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar aquí mi profunda gratitud a la Academia Canaria de Ciencias y en especial a su digno Presidente, el **Prof. Nácere Hayek Calil**, y a su Vicesecretario, el **Prof. Angel Gutiérrez Navarro**, quienes han intervenido de forma muy importante en dos decisiones de la Academia que me llenan de satisfacción y de orgullo: la invitación a dar la Conferencia inaugural del curso 1992/93 y el nombramiento de Académico Correspondiente.

Asimismo deseo hacer constar mi sincero agradecimiento a los siguientes compañeros de la Facultad de Biología de Sevilla, que, desde sus respectivas especialidades me han prestado una ayuda muy valiosa y absolutamente imprescindible dado el carácter multidisciplinar del tema tratado: a **Josep Casadesús Pursals** y **Antonio Marín Rodríguez**, del Departamento de Genética, por sus acertadas críticas y orientaciones en aspectos genéticos y antropológicos, respectivamente; a **Rosario Pásaro Dionisio**, del Departamento de Biología y Fisiología Animal, por sus consejos sobre fuentes bibliográficas y sobre terminología relacionadas con Neurofisiología; a **José M^a Delgado García**, del mismo departamento, por sus orientaciones sobre la estructura y función del sistema límbico; a **Francisco Gil Martínez**, del Departamento de Fisiología Vegetal, y a su hijo, **Francisco Gil Iriarte**, estudiante de la Facultad de Informática, por la inestimable colaboración que ambos me han prestado en el procesado de este texto y en general en el allanamiento de los escollos informáticos con los que tropiezo con gran frecuencia; a **Concepción Fedriani Iriso** y **Javier Ollero Márquez**, de mi mismo Departamento de Microbiología, por su crítica constructiva y por haberme facilitado libros de sus respectivas bibliotecas privadas; al personal de la Biblioteca de la Facultad, especialmente a **María Roldán Muñoz** y **Rafael Solís Avila**, por la paciencia y amabilidad con que me han dispensado su eficaz colaboración en la utilización de los fondos de la biblioteca.

Y por último, pero no por ello es menor mi gratitud, a mi hija, **M^a del Carmen Pérez Hurtado de Mendoza**, estudiante de la Facultad de Bellas Artes, por su colaboración en la preparación de las ilustraciones.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- BAER, A.S, HAZEN, W.E., JAMESON, D.L. y SLOAN, W.C. (1976), *Conceptos básicos de biología*. Editorial Alhambra, Madrid.
- 2.- BAR-YOSEF, O. y WANDERMEERSCH, B. (1993). El hombre moderno de oriente medio. *Investigación y Ciencia*, 201: 66 -73;
- 3.- BEALS, R.L. y HOIJER, H. (1974), *Introducción a la antropología*. Editorial Aguilar, Madrid.
- 4.- BERGH, S. van den y HESSER, J.E. (1993). Así se formó la Vía Láctea. *Investigación y Ciencia*, 198: 12 - 19;
- 5.- BOOTH, W. (1989). Monitoring the fate of the forests from Space. *Science*, 243: 1428 - 1429.
- 6.- CRICK, F. y KOCH, C. (1992). El problema de la consciencia. *Investigación y Ciencia*, 194: 114 - 122.
- 7.- DAMASIO, A.R. y DAMASIO, H. (1992) El cerebro y el lenguaje. *Investigación y Ciencia*, 194: 58 - 66.
- 8.- DELBRÜCK, M. (1989), *Mente y materia. Ensayo de epistemología evolutiva*. Alianza Editorial, Madrid.
- 9.- DELGADO-GARCÍA, J.M. (1992). Sistema límbico. **En Fisiología humana. J.A.P. TRESGUERRES**, pp. 200 -220. Interamericana, Madrid.
- 10.- DOBZHANSKY, T. (1969), *Evolución humana*. Ediciones de la Universidad de Chile.
- 11.- ECCLES, J. (1993). El misterio de ser humano. *La Nueva Revista*, 28: 43 - 65.
- 12.- ERICKSON, J. (1991), *La extinción de las especies. Evolución, causas y efectos*. McGraw-Hill, Madrid.
- 13.- FISCHBACH, G. D. (1992). *Mente y Cerebro*. *Investigación y Ciencia*, 194: 6 - 15.
- 14.- FREDMAN, W.L. (1993). Velocidad de expansión y tamaño del Universo. *Investigación y Ciencia*, 196: 12 - 19.
- 15.- GOULD, S. J. (1983), *El pulgar del panda*. Editorial Blume, Barcelona.
- 16.- GREENBERG, J.H. y RUHLEN, M. (1993). Origen de las lenguas americanas autóctonas. *Investigación y Ciencia*, 196: 54 - 60.
- 17.- HICKMAN, F.M. y otros. (1987), *Zoología, Principios integrales*. Interamericana, Madrid.
- 18.- JACOB, F. (1977). Evolution and Tinkering. *Science*, 196: 1161-1166.
- 19.- JAHN, I. LOTHER, R. y SENGLAUB, K. (1989), *Historia de la Biología*. Labor, Barcelona.
- 20.- KANDEL, E.R. y HAWKINS, R.D. (1992). Bases biológicas del aprendizaje y de la individualidad *Investigación y Ciencia*, 194: 48 - 57.
- 21.- KING, M. and WILSON, A. C. (1984). Evolution in two levels in humans and chimpanzees. *Science*, 188: 107 - 116.
- 22.- KOENIGSWALD, G.H.R. von (1984), *Historia del hombre*. Alianza Editorial, Madrid.

- 23.- LEVINTON, J.S. (1993). La edad de oro de la evolución animal. *Investigación y Ciencia*, 196: 44 - 52;
- 24.- LEWIN, R. (1986). A mass Extinction without asteroids. *Science*, 234: 14-15.
- 25.- LEWIN, R. (1986). Damage to tropical forests, or Why were there so many kinds of animals? *Science*, 234: 149 - 150.
- 26.- LORENZ, K. Z. (1976), *King Solomon's Ring*. Harper & Row, Publishers, Londres.
- 27.- LORENZ, K. Z. (1989), *Estoy aquí...¿Dónde estás tú?* Plaza y Janes Editores, S.A., Barcelona
- 28.- MACLEAN, P.D. (1987), Triune Brain. **En** *Encyclopedia of Neuroscience*, vol. II, pág. 1235 - 1237. Ed. G. Adelman. Birkhäuser, Boston.
- 29.- MARGULIS, L. y SCHWARTZ, K.V. (1982), *Five Kingdoms: An illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth*. W.H. Freeman, San Francisco.
- 30.- MONOD, J. (1971), *El azar y la necesidad*. Barral Editores, Barcelona.
- 31.- NAVARRO MEDEROS, J.F. (1992), *Los Gomeros. Una prehistoria insular. I. Estudios prehispánicos*. Serie editada por la Dirección General de Patrimonio Histórico. Gobierno de Canarias.
- 32.- ORGEL, L.E. (1985), *Los orígenes de la vida*. Alianza Editorial, Madrid.
- 33.- ORO, J. (1984). La evolución química y el origen de la vida a los cien años de la muerte de Darwin. **En** *Darwin a Barcelona*, pág. 83 -137. Editado por la Universidad de Barcelona.
- 34.- PILBEAM, D. (1984). Origen de hominoideos y homínidos. *Investigación y Ciencia*, 92: 48 - 58.
- 35.- PINES, M. (1985), *Los manipuladores del cerebro*. Alianza editorial, Madrid.
- 36.- RENFREW, C. (1994). Diversidad lingüística del mundo. *Investigación y Ciencia*, 210: 14 - 20.
- 37.- REPETTO, R. (1990). Deforestación en los trópicos. *Investigación y Ciencia*, 165: 10 - 17.
- 38.- SHATZ, C. J. (1992). Desarrollo cerebral. *Investigación y Ciencia*, 194: 16 - 24.
- 39.- STEBBINS, G. L. (1982), *Darwin to DNA. Molecules to Humanity*. W.H. Freeman, San Francisco.
- 40.- TEMPLADO, J. (1974), *Historia de las teorías evolucionistas*. Editorial Alhambra, Madrid.
- 41.- THORPE, W. H. (1980), *Naturaleza animal y naturaleza humana*. Alianza Editorial, Madrid.
- 42.- WILSON, E. (1980), *Sociobiología. La nueva síntesis*. Editorial Omega, S.A., Barcelona.
- 43.- WILSON, E. (1989). Threats to Biodiversity. *Scientific American*, 261: 108 - 116.
- 44.- YOUNG, J. Z. (1976), *Antropología física. Introducción al estudio del hombre*. Vicens, Barcelona.