

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
ESCUELA DE BIOLOGÍA

Complemento de Clases Teórico-Prácticas

Fundamentos de Evolución BLOQUE 5

Autores

Dr. Claudio Sosa
Dr. Juan Bajo
Dr. Gabriel Bernardello
Dra. Bárbara Arias Toledo
Dr. Gustavo Pigino
Dr. Santiago López
Biól Sabino Ortiz Bergia

Córdoba
2020

BLOQUE N° 5:

EVOLUCIÓN HUMANA

UN POCO DE HISTORIA

El origen del hombre ha sido y seguirá siendo probablemente uno de los enigmas más difíciles de resolver entre los numerosos enigmas que se plantean a la Humanidad.

La Biblia da una solución a este planteo, principalmente si se toma su contenido al pie de la letra. El obispo de Armagh, James **Usher**, en 1650 llegó a afirmar utilizando cálculos matemáticos basados en su texto, que la tierra había sido creada 4004 años antes del nacimiento de Jesucristo. Aún precisaba más el Vicerector de la Universidad de Cambridge, John Leghtfoot, cuando decía que este acontecimiento tuvo lugar el año 4004 a.C. el día 23 de octubre a las 9 de la mañana. Las teorías eran demasiado simplistas propias de los conocimientos de su tiempo.

Pero un verdadero aluvión de hechos diseminados a lo largo de la Historia, las nuevas corrientes de pensamiento y una mejor interpretación de las informaciones obtenidas por arqueólogos y prehistoriadores, unido a la aparición de sistemas clasificatorios de plantas y animales obra de estudiosos como **Carlos Linneo** y **Buffon**, junto con los estudios de Anatomía Comparada, fueron abriendo paso a la opinión de que existía una relación indudable entre las diversas especies.

La idea no era totalmente nueva, ya que la vemos esbozada en autores de la antigüedad griega como **Aristóteles** y otros incluso antes que él a los que preocupó entre otras muchas cosas el origen de la Tierra y del hombre.

Los numerosos fósiles aparecidos en muy diversos lugares del mundo que se consideraban como "ludus naturae" o juegos de la Naturaleza, producidos accidentalmente como consecuencia del Diluvio Universal, dejan de serlo para ser interpretados como lo que realmente son: seres vivos. **Buffon** será uno de los primeros en asignarles una antigüedad que depara totalmente la atribuida por Usher a la creación de la tierra. Buffon les da la para entonces enorme antigüedad de 75.000 años. **George Cuvier** presenta en su obra "Discours sur les revolutions de la surface du globe" (1825), la idea de que sucesivas catástrofes han tenido lugar sobre el planeta, que dejaron enterrados a los animales y plantas, volviendo a ser creados posteriormente (Escuela fijista o catastrofista). **Alcide d'Orbigny** consideró que habían tenido lugar hasta 27 de estas catástrofes. Cuvier fue el creador de la Anatomía Comparada y estableció la teoría de la correlación de las formas, lo que le permitió reconstruir especies extintas.

Ante la idea de las catástrofes, el geólogo **Charles Lyell** (1797-1875) demuestra en su obra "Principles of Geology" (1830) que lo que se ha producido es una transformación progresiva pero muy lenta, por la acción del agua, de las sustancias químicas del suelo, la acción del sol y del viento. Estos elementos han determinado la "fossilización", la transformación de aquel ser que un día tuvo vida, movimiento, relaciones, crecimiento, en una verdadera piedra, substituyéndose las partes y órganos que lo formaron por materias pétreas y sales minerales.

Todo se iba preparando para llegar a la idea evolutiva de las especies, sobre las cuales hemos discutido en las secciones anteriores.

En 1858, Darwin, que llevaba 20 años con su libro y no acababa de decidirse a darlo a luz por motivos que nunca aclaró, se vio forzado a adelantar su publicación (por presión de sus amigos) y entonces apareció su "Origen de las especies", con un amplio desarrollo de la teoría de la evolución basada en la selección natural a través de la lucha por la existencia. Esta tuvo un éxito inmediato, a pesar de todas las limitaciones impuestas porque entonces aún no se conocían las leyes de **Gregorio Mendel** (Padre de la Genética) sobre la herencia, ni otros muchos conceptos que aparecieron en tiempos posteriores.

Doce años más tarde y después de meditarlo mucho, publicará Darwin su obra capital "De la descendencia del Hombre". En ella consideraba al hombre situado en una línea zoológica como la del mono. La revolución que produjo su obra en los medios científicos fue superior a lo calculado por su propio autor. La evolución había ocasionado una revolución. Así como para Lamarck la evolución era considerada como un proceso lineal, para Darwin desde el primer momento la evolución es considerada como un proceso arborizado, ramificado. Darwin pensó al principio que la función no crea el órgano; las especies cambian en el transcurso del tiempo y los caracteres que persisten se producen por selección natural, por utilidad. Las especies varían y se diversifican a lo largo del tiempo, dando lugar a nuevas especies. Lord **Kelvin**, físico y matemático, tuvo más motivos para hacer retroceder la antigüedad de la Tierra más allá de los 4004 de Usher y los 75.000 de Buffon, asignándole entre 98 y 200 millones de años. En la actualidad esta escala se ha hecho retroceder aún mucho más y hoy se asigna a la corteza terrestre una antigüedad de 4.500 millones de años. Darwin ya podía disponer de una escala de tiempo en la que encajar los lentos cambios que creía tenían lugar en las especies, pero curiosamente se adscribe cada vez más a la teoría de Lamarck de los caracteres adquiridos, idea contraria a los principios de su teoría inicial.

No será hasta principio del siglo XX que aparece con **De Vries, Correns y Tschermack** el redescubrimiento de las ideas y teorías del monje agustino Gregorio Mendel sobre las Leyes de la Herencia. Todos estos investigadores llegaron, como lo había hecho Mendel antes que ellos, aunque sus trabajos quedaron escondidos mucho tiempo, a las mismas conclusiones siguiendo caminos diferentes. Pero la honradez de estos sabios al aparecer el manuscrito de Mendel, les hizo aceptar públicamente que había sido el primero y a quien correspondía el honor del

descubrimiento. De Vries establece el concepto de **mutación**, llega a considerar que las mutaciones son las que determinan la evolución y no la formación gradual que señalaba Darwin. **Morgan** (1910) establece que los "genes" se hallan situados en los cromosomas del núcleo de las células. Las mutaciones que se producen en éstas pueden ser grandes o muy pequeñas (micromutaciones).

Se llega así a una síntesis neodarwiniana para poner de acuerdo todas las teorías que, resumida, viene a decir: "La evolución se debe a la acumulación de pequeños cambios genéticos guiados por la selección natural" (Mayr, 1963).

DESDE LA APARICION DE LA VIDA HASTA LOS PRIMATES

Para comprender la naturaleza de la evolución, es preciso que recordemos ciertos conceptos sobre la base material de los seres vivos. Para estos deberán repasar los siguientes temas que fueron desarrollados en el módulo de Actualización en Biología: concepto de vida, características comunes de los seres vivos, fundamentos de las teorías sobre el origen de la vida, origen de las células, ácidos nucleicos (ADN y ARN), división celular, origen de la pluricelularidad.

La evolución no es más que una adaptación prolongada a gran escala en el espacio y en el tiempo.

Los actuales estudios bioquímicos evolutivos indican que las más de 2 millones de especies diferentes hoy vivas, más los millones que se han extinguido a través de los tiempos, descienden de una forma común primitiva de vida. Los estudios que hoy se realizan sobre el genoma, llegarán con el tiempo a desentrañar este misterio y se podrá ascender paso a paso hacia atrás, hasta llegar a la forma primigenia de la que todo partió.

A medida que se va profundizando en el conocimiento de los componentes estructurales de las células vegetales y animales, se comprende mejor que todos los seres vivos tienen un origen común. Los aminoácidos que componen las células son los mismos en todos los seres vivos. Por otra parte el esquema bajo el que se organiza la reproducción es idéntico en todas las especies. Además la Anatomía Comparada proporciona pruebas y evidencias. Las diferencias de formas son adaptaciones al medio en que el ser tiene que vivir: agua, tierra, aire.

La vida pudo desarrollarse a partir de materia no viviente, bajo condiciones atmosféricas y temperaturas muy especiales que existieron hace 3.000 millones de años. La prolongada adaptación que supone estos 3.000 millones de años ha permitido que se hayan ido produciendo ramas y colaterales que terminaban en la enorme diversidad de criaturas vivientes que han ido poblando el planeta, muchas de las cuáles ya están extinguidas.

Los primeros atisbos de vida han aparecido en los más antiguos terrenos del planeta. Se trata de microvegetales que surgieron hace 2.500.000 años en el

Precámbrico de Australia. Desde entonces y hasta hace 70 millones de años (en la era Terciaria), la Tierra y los seres vivos que la habitaban pasaron por cientos de cambios: en la constitución de la corteza terrestre; en la organización de la Pangea y la posterior separación de los continentes; en las sucesivas glaciaciones que cubrieron al planeta en diferentes épocas; en los cambios en la constitución de la atmósfera; y en la evolución, migración o extinción en masa de especies (como en el caso de los Dinosaurios); tan sólo por mencionar algunos de los procesos.

El grupo de los PRIMATES (que comprende a todos los monos y al hombre, tanto en las formas vivas como en las extinguidas) aparece en los comienzos de la Era Terciaria, desprendiéndose del tronco común de los Mamíferos integrado por organismos poco especializados. Este grupo primitivo estaba formado por individuos de pequeña talla y similares a pequeñas ardillas.

El estudio de los fósiles de los Primates muestra ciertas tendencias evolutivas vinculadas con: el desarrollo de la cara y los dientes caninos, la forma de la pelvis, el contorno de las arcadas dentarias, la disposición de los tubérculos de los dientes y la adquisición de la braquiación o sea, la forma de locomoción utilizando el braceo de los miembros anteriores.

Las características anatómicas, fisiológicas y etológicas de los Primates, hacen pensar que nacieron en un medio boscoso y con un clima cálido, similar al hábitat actual. La adaptación a dicho hábitat exigió ciertas cualidades motrices y sensoriales que dependían de su físico original y que resultan comunes a todas las especies de los Primates:

- Agilidad para moverse, por la acción de ciertos huesos, tales como la clavícula, el radio y el peroné.
- Estructura pentadáctila de las manos y de los pies, órganos prensiles para sostenerse en las ramas y buscar los alimentos.
- apreciación precisa de las distancias por la visión estereoscópica, como consecuencia de la disposición frontal de las órbitas y del desarrollo de las áreas de la visión en la corteza del cerebro.

La adaptación a la vida arbórea favoreció un cierto enderezamiento del tronco, ya sea por el suspenderse de las ramas de los arboles, por la práctica del salto o por la posición del reposo.

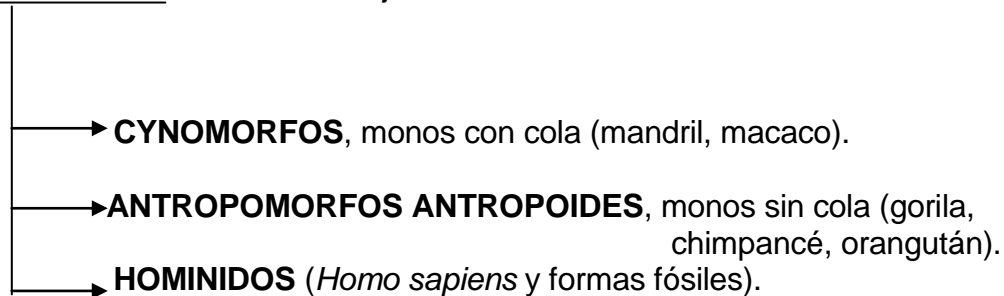
En los fines del Eoceno - hace 40 millones de años- el tronco primitivo de los Primates se bifurca y origina dos líneas:

1. Los monos inferiores (Prosimios) siguen su desarrollo evolutivo que los lleva a los perfeccionamientos de la vida arborícola hasta los tiempos actuales (ej. lemures, tupayas, tarsos).

2. Los monos superiores constituyen la línea evolutiva donde quizás se encuentran los precursores de los Antropomorfos (gorila, orangután y chimpancé) y de los Homínidos.

La filogenia de los Primates muestra una reducción de los caracteres iniciales del tronco común y una acentuación de los caracteres antropoides. La clasificación actual del orden de los Primates es la siguiente:

- **LEMURIDOS**, o monos de Madagascar (lémur, tarsos, tupayas).
- **PLATIRRINOS**, o monos del Nuevo Mundo (mono araña, tití, caí, aullador).
- **CATARRINOS** Monos del Viejo Mundo



Los fósiles más antiguos de los ANTROPOMORFOS se remontan a 30 millones de años y la rama de los HOMINIDOS, con las formas precursoras del Hombre actual, hace 2 millones de años se separa de los Antropoides y evoluciona separadamente.

El progreso evolutivo se advierte en caracteres de los Primates vinculados a:

- La reducción de las mandíbulas y de la cara (por disminución del sistema olfativo) y la reducción a 32 dientes.
- El aumento del volumen cerebral y de la extensión de la corteza.
- El enderezamiento del tronco.
- La gran movilización de los miembros anteriores en la locomoción.
- La movilidad de los dedos y el mejoramiento de las manipulaciones.
- La prolongación de la vida fetal y del período de la infancia.
- La diversidad adaptativa a diferentes hábitats.

La familia de los HOMINIDOS comprende al hombre actual y los hombres fósiles. Las adaptaciones del hombre difieren de las que caracterizan a los Antropoides; reiteramos que, si bien los Homínidos y los Antropoides derivan de un tronco común, ambas ramas se separaron hace millones de años y evolucionaron separadamente.

Los antropólogos resumen las características netamente humanas en los siguientes aspectos:

1. Posición bípeda rigurosamente vertical, coordinación funcional de las estructuras de los pies, forma y tamaño de los huesos de las piernas, estructura de la columna vertebral y de la pelvis, posición de los cóndilos en las articulaciones de la cabeza y de la columna cervical.
2. La mano estructurada como órgano prensil y de percepción. La rica innervación motriz y sensorial, así como la complejidad de sus músculos motores, le confiere una gran movilidad y posibilidades táctiles múltiples.
3. El pie plantígrado corresponde a un tipo de locomoción: marcha. El pie humano está muy adaptado a este tipo de locomoción a diferencia de la mano que conserva su estructura primitiva.
4. El sistema dentario presenta una arcada dentaria ojival, carente de diastemas (espacios entre los dientes), caninos pequeños, molares con 4 tubérculos, apta para regímenes variados.
5. La capacidad craneana con un valor medio entre 1300 a 1450 cm³, Su estructura y funcionamiento complejo es superior a todos los Primates. El número elevado de neuronas y la multiplicidad de sus conexiones hacen posibles las funciones que culminan con la reflexión y el pensamiento. Así mismo, el lenguaje hace pensar que fue un logro adquirido desde la iniciación de la línea humana.

LOS NIVELES o ETAPAS de ANTROPOMORFIZACIÓN

Tanto niveles o etapas son de carácter eminentemente didáctico y no constituyen verdaderas categorías biológicas. Sirven a los efectos de esquematizar el estudio de un proceso que, en la realidad, seguramente fue más amplio y más complejo de lo que traducen los cuadros realizados sobre la base de algunas decenas de hallazgos.

Los criterios de separación en etapas se fundamentan en la antigüedad de los fósiles y de las características anatómica reconocibles en ellos. Así, importan rasgos como la capacidad craneal, la dentición y forma de las mandíbulas, posición

de las órbitas y cavidad nasal, rasgos de cinturas y huesos largos, entre los más importantes.

Como toda clasificación, esta es una aproximación al entendimiento del hombre y sus parientes. No debemos olvidar que todo sistema de organización y jerarquización responde a los autores que lo proponen y a la corriente epistemológica que los sustentan, de allí que presentemos una clasificación lo más completa y actualizada posible.

- | | |
|--|---|
| I) Nivel o etapa
PREANTROPIDA | 1) <i>Parapithecus</i> (Oligoceno).
2) <i>Propliopithecus</i> (Mioceno).
3) <i>Dryopithecus</i> (Mioceno).
4) <i>Ramapithecus</i> (Mioceno).
5) <i>Ardipithecus ramidus</i> (4.4 ma – Etiopía)
6) <i>Australopithecus</i> (4.2 ma - Kenia).
7) <i>Paranthropus</i> (2.5 ma – Norte de Kenia). |
| 1, 2, 3 y 4 no son <u>homínidos</u> ; 5, 6 y 7 si son <u>homínidos</u> . | |
| II) Nivel o etapa
PROTOANTROPIDA (2.5/1.8 ma) | 8) <i>Homo habilis</i> (Plioceno – Africa sudsahariana).
9) <i>Homo rudolfensis</i> (Africa oriental)
10) <i>Homo ergaster</i> (Africa oriental) |
| III) Nivel o etapa
ARCANTROPIDA | 11) <i>Homo erectus</i> (Pitecantropo – Asia oriental).
12) <i>Homo antecessor</i> (España) |
| IV) Nivel o etapa
Mundo)
PALEANTROPIDA
occidental) | 13) <i>Homo hiedelbergensis</i> (Pre-neandertal – V.
14) <i>Homo neanderthalensis</i> (Europa y Asia |
| V) Nivel o etapa
NEANTROPIDA | 15) <i>Homo sapiens fossilis</i> de Cro-Magnon.
de Grimaldi.
de Chancelade. |
| VI) Nivel o etapa
ANTROPIDA | 16) <i>Homo sapiens sapiens</i> . |

Veremos a continuación algunas de las características distintivas de los antepasados del hombre.

Antepasados “primates antropomorfos”

En este grupo se ubican:

- *Aegyptopithecus zeuxis* – Edad: 28 millones de años. Vivió en la región El Fayún (Egipto). Su tamaño era similar al de un gato.
- *Proconsul africanus* – Edad: 18 millones de años. Vivió en Kenia. Alcanzó los 11 kg de peso.
- Ramamorfos

<i>Ramapithecus</i> <i>Sivapithecus</i> <i>Gigantopithecus</i>	}	Vivieron entre 18 Ma. y 7 Ma. Se distribuyeron por Africa. En tamaño, alcanzaron los 18 kg. No son el grupo base del cual surgieron los homínidos
--	---	---

Australopitecinos

Los miembros del género *Australopithecus* constituyen un amplio grupo de antecesores humanos que se distribuyeron por toda Africa.

Característica	<i>A. africanus</i>	<i>A. robustus</i>	<i>A. boisei</i>
Año descubrimiento	1920	1959	1959
Estatura	1,3 m	1,75 m	1,85 m
Peso	40 kg	60 kg	78 kg
Capacidad craneal	480 cc	550 cc	550 cc
Restos	Africa Sur y Occidental	Africa del Sur y del Este	Africa del Sur
Datación		3,5 Ma.	2,5 Ma.

- Bípedos, de posición vertical.
- Manos con diseños para manipulación delicada.
- No poseen cultura.
- Fueron contemporáneos con *Homo*.

<i>A. afarensis</i> Estatura: 1,2 – 1,7 m Peso: 25 – 52 kg Capacidad craneal: 400 cc. Restos: Hadar y Laetoli Datación: 3,6 a 2,9 Ma. Sus rasgos distintivos: - Cabeza de antropomorfo sobre cuerpo humano. - Bípedos simiescos. - Dimorfismo sexual y polígamos	<i>A. anamensis</i> Hallado en Turkana, Río Omo Datación: 4,2 – 3,6 Ma. Sus rasgos diferenciales son : - Mandíbula primitiva, lados próximos y paralelos en ensanchado hacia atrás, con cierto parecido a la mandíbula de chimpancé - Dientes más avanzados ya que el esmalte era grueso, lo que estaría indicando un cambio en la dieta. - Bípedos (según rasgos de la tibia).
--	--

En 1995 se descubre a *Ardipithecus ramidus*. Fue hallado en Awash (Etiopía) y datado en 4,4 Ma. Entre sus características se conjugan rasgos antiguos (esmalte de los dientes fino y huesos del brazo de fuerte estructura) y modernos (posición del foramen magnum),

En 1996 se encuentra a *Australopithecus bahrelghazali*, en la zona de Chad (Africa central). Leves características de la mandíbula, lo diferencian de sus parientes.

El intrincado y abundante registro fósil de los australopitecinos ha permitido armar el siguiente árbol filogenético de nuestros más remotos antepasados.

Actividad

Hemos reconocido que *Australopithecus* era bípedo.

Les proponemos que consideren a priori, las posibles causas que determinaron este rasgo en la evolución humana. Realicen una lista y planteen su posición frente a sus compañeros.

El docente discutirá y aportará teoría sobre este punto.

Revise y evalúe la lista que había elaborado en un principio, indicando sus aciertos y fallas.

Los miembros del género *Homo*

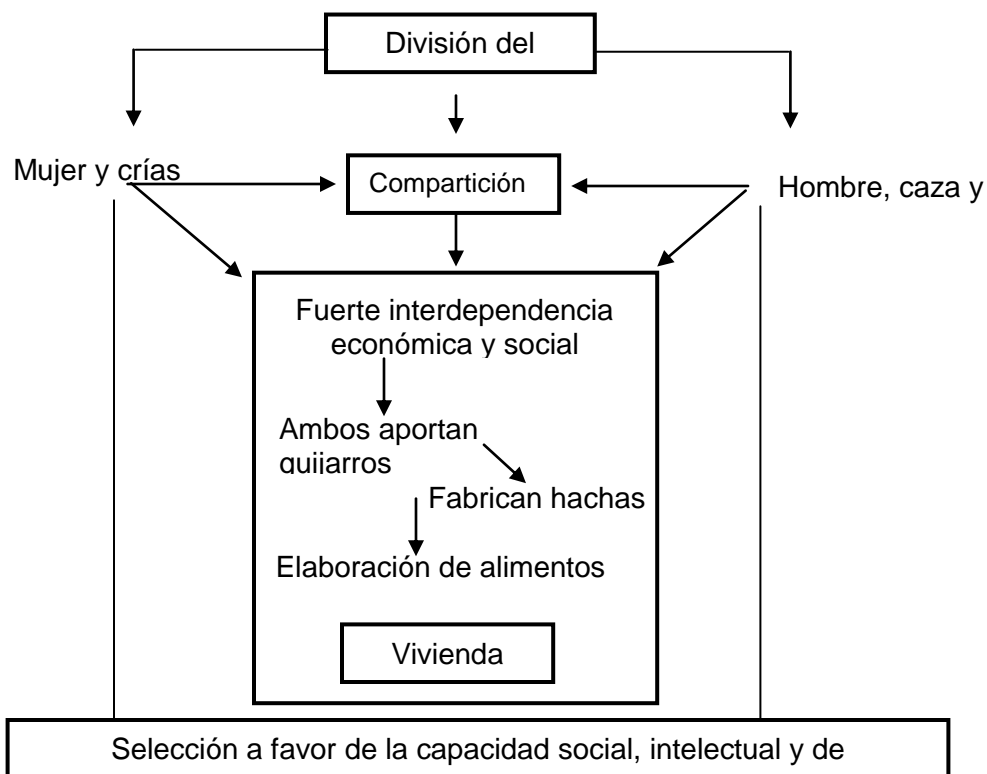
Este género, dentro de la línea homínida, fue el más oportunista y adaptable en cuanto a sus posibilidades de expansión territorial o distribución geográfica que lo llevaron a colonizar todo el planeta partiendo desde Africa.

Caracteres	<i>Homo habilis</i>	<i>Homo erectus</i>
Descubrimiento	1959, Africa oriental y Sudáfrica.	1891, Java.
Estatura	1,3 m	1,6 m
Peso	40 kg	50 kg
Capacidad craneal	650 cc.	750-1000 cc.
Rasgos craneales	Cráneo y cara con rasgos humanos.	Cráneo y dentición humanos.
Rasgos esqueléticos	Huesos de mano y pierna poseen rasgos mezclados.	Huesos de mano y pierna con rasgos humanos.
Bipedismo	Erguidos, aún conservan el hábito de subirse a los árboles.	Caminar erguido humano.

Comportamiento	- No fueron carnívoros. - Vivían en grupos de hasta 25 individuos, organización social compleja.	- Cazador formal, vida activa en la sabana. - Grupos sociales con lugares de acampada.
Ecología	Extinguieron a <i>Australopithecus</i> por exclusión competitiva	Muchas razas geográficas con variantes polimórficas.
Cultura	Oldowense: cuchillos para despiece.	Achaulense: hacha de mano en forma de lágrima, tenían estilos locales.

Actividad

Analice el siguiente diagrama y luego establezca la importancia de los eventos mencionados en la evolución del género *Homo* hacia la especie *sapiens*.



Homo neanderthalensis

Algunos autores sostienen que los neandertales constituyen en sí una especie diferente a *sapiens* basándose en numerosos rasgos físicos; sin embargo, para otros constituyen una subespecie de *Homo sapiens*. Cualquiera fuese la

interpretación que adoptemos, lo cierto es que estos individuos poseían rasgos muy peculiares, algunos de los cuales listamos a continuación.

- Vivía en toda Europa occidental y fueron emigrando a Oriente Próximo y Asia Central, hace entre 100.000 y 35.000 años.
- Esqueleto muy robusto.
- Cara saliente en su prominencia media.
- Capacidad craneal: 1.400 cc.
- Hábiles cazadores, expertos fabricantes de utensilios y telas.
- Sepultaban a sus muertos pero no desarrollaron ritos complejos (tumbas en Irak, 60.000 años).
- Extinción: 40.000 años en Oriente y 35.000 en Europa occidental.

***Homo sapiens*: el hombre moderno**

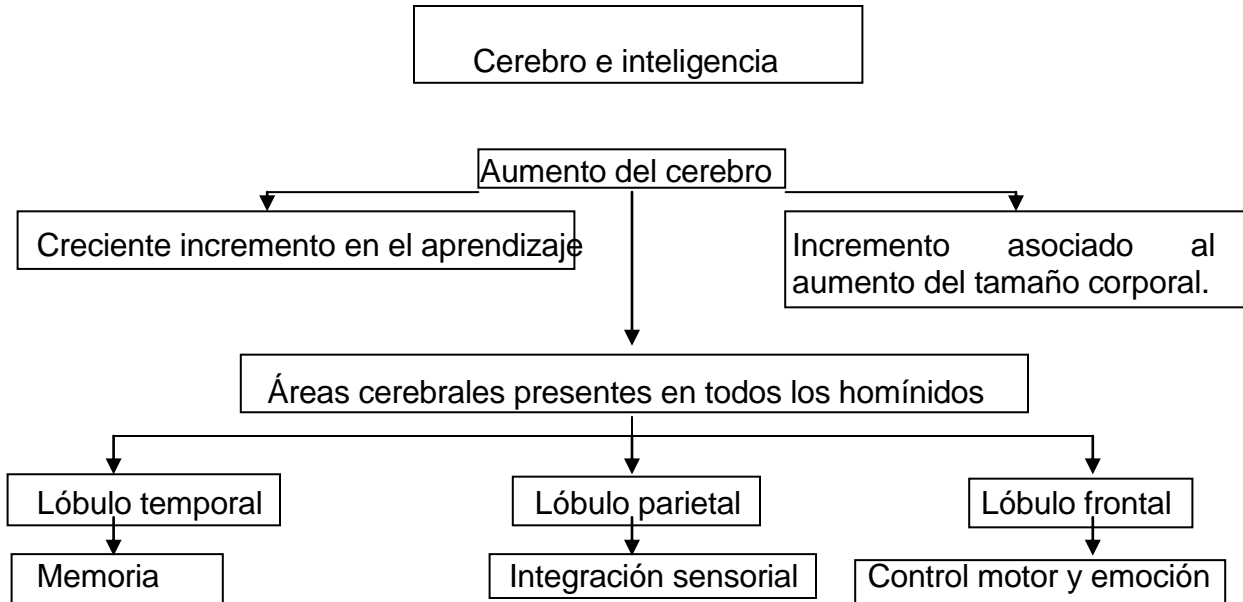
Nosotros pertenecemos a esta especie, la cual es reconocida por ciertos autores como una subespecie (*H. sapiens sapiens*).

La forma *sapiens* habría surgido en África hace entre 150.000 y 200.000 años atrás. Los hallazgos más antiguos de *sapiens* se encuentran en Israel, y demuestran que convivieron con los neandertales en la región del Próximo Oriente. Entre ambas especies existieron rasgos similares de cultura, a pesar de las diferencias anatómicas entre ellas. Los datos de restos en Europa indican que los humanos modernos estuvieron allí desde hace 40.000 años; apenas 10.000 años más tarde se extinguieron los neandertales. Al llegar a Europa, los *sapiens* llevaban su cultura paleolítica y por sobre ella el arte dejando plasmado en sus pinturas la primera evidencia de historia gráfica.

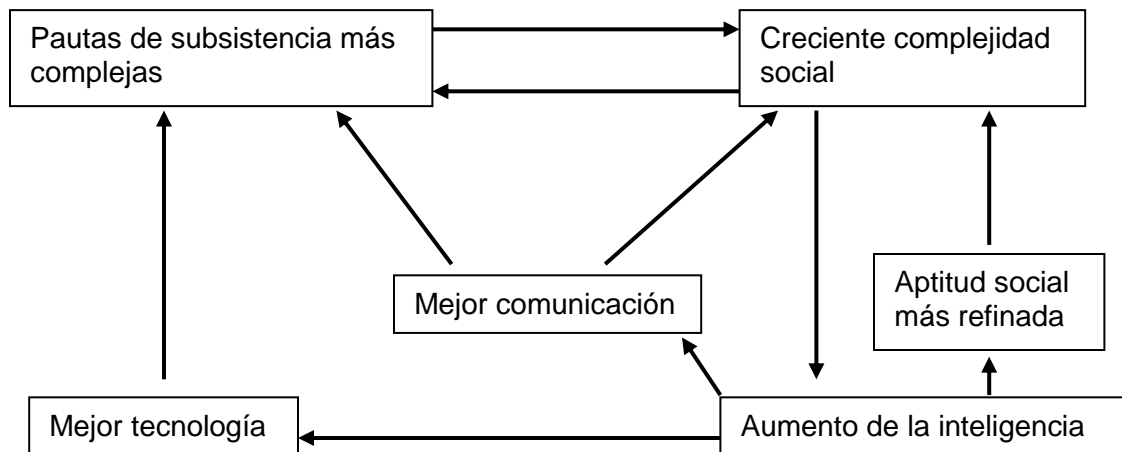
Aquellos *sapiens* se caracterizaban por:

- Rasgos anatómicos, capacidad craneal y datos esqueléticos indican las mismas características que nosotros poseemos.
- Poseían una elaborada cultura lítica, elaborando largas y delgadas hojas obtenidas de núcleos cilíndricos.
- Elaboraron instrumentos de hueso y cuerno, mostrándose hábiles conocedores de las propiedades de dichos materiales.
- Dejaron registros en pinturas rupestres, en tallas, en tablillas de hueso.
- Produjeron instrumentos musicales, delicados adornos personales.
- Enterraban a sus muertos bajo elaborados rituales.
- Fueron diestros en la caza y en la pesca.
- Vivían bajo un régimen muy organizado, reconociéndose estratificación social.

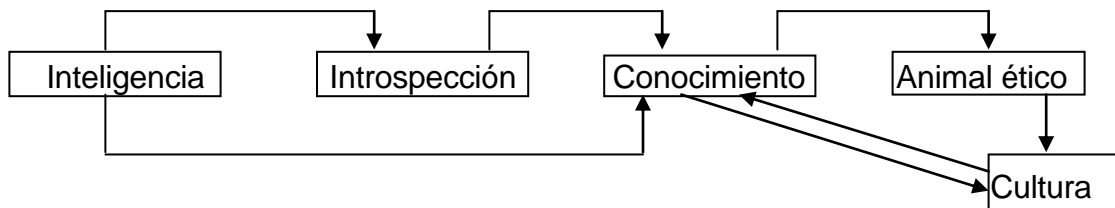
A continuación, sintetizamos los últimos alcances biológicos y culturales que lograron nuestros más recientes antecesores, los *Homo sapiens* fósiles.



En el siguiente cuadro se presentan las posibles interrelaciones y conexiones que pudieron darse entre los componentes culturales y sociales del *sapiens* moderno.



Por último, un resumen de las últimas adquisiciones intelectuales del hombre: la interconexión de introspección, ética y cultura.



Actividad

Le proponemos que analice críticamente los tres diagramas conceptuales previos.

Sobre la base de cada uno de ello elabore una oración que resuma su interpretación de los mismos.

Luego relacione las tres oraciones mediante alguna estrategia.

Discuta con otros alumnos del curso, sus apreciaciones.

Listen los acuerdos y las diferencias.

Por último, y basándose en lo elaborado previamente, responda (en forma grupal) a la siguiente pregunta:

¿Hacia dónde evoluciona el hombre actual? (considere el aspecto biológico, social, ético, y cultural).