



Actividad: ¿De dónde venimos?

Guía del Maestro

Materia: Ciencias

Nivel: 7-9

Concepto principal: Evolución de los homínidos

Conceptos secundarios: Ascendencia común, filogenia, construcción de cladogramas, caracteres homólogos.

Conocimiento previo: Selección natural, concepto de fósil, órganos y sistemas de órganos presentes en los animales.

Objetivos específicos de aprendizaje:

- Conocer las características taxonómicas del género *Homo* y algunas de las especies que lo forman.
- Establecer que el ser humano contemporáneo, *Homo sapiens*, es un producto de la evolución de las especies y es parte de la diversidad biológica que observamos.
- Definir las etapas del proceso de hominización.
- Evaluar las evidencias y teorías relacionadas con la explicación de la evolución del género *Homo* y otros primates.
- Conocer la utilidad de los cladogramas, la anatomía comparada y los caracteres homólogos para establecer las relaciones de parentesco entre los organismos.

Estándares y Expectativas:

7^o - 9^o

Naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.

NC. 7.1. Muestra dominio de la metodología científica para la solución de problemas.

NC. 7.1.2 Realiza observaciones cuantitativas y cualitativas.

NC. 8.1.3 Llega a conclusiones a partir de datos empíricos.

NC. 9.1.2 Utiliza medidas cuantitativas como un criterio para agrupar o clasificar objetos.

NC. 9.1.3 Formula y explica inferencias utilizando la información de tablas o gráficas.

NC.7.2.4 Recopila y organiza información en tablas de datos.

La estructura y los niveles de organización de la materia

EM.7.4 Analiza las interacciones que ocurren entre los organismos vivos y el ambiente físico que los rodea.

EM.7.4.3 Explica las relaciones entre los organismos vivos, en la búsqueda de alimentos, albergue y supervivencia.

EM.7.5.1 Describe el concepto morfológico (relación entre estructura y función).

Las interacciones

I.7.4 Reconoce que los organismos muestran adaptaciones adecuadas para el ambiente en el que viven.

I.7.4.1 Identifica las adaptaciones morfológicas y fisiológicas de los organismos.

I.7.4.2 Identifica cómo los organismos alteran su conducta para adaptarse a los cambios en el ambiente.

La conservación y el cambio

C.7.3 Reconoce que la evolución biológica permite explicar los cambios que experimentan las poblaciones a lo largo del tiempo.

C.7.3.1 Explica lo que es evolución biológica.

C.7.3.2 Explica que la evolución es un proceso mediante el cual se forman especies de otras preexistentes.

C.7.3.4 Relaciona la genética con la evolución.

C.7.4 Reconoce los cambios que han ocurrido en los organismos a través del tiempo.

C.7.4.1 Explica cómo se forman los fósiles y cómo se calcula su edad.

C.7.4.2 Describe los tipos de organismos que surgieron durante las cuatro principales divisiones de la escala del tiempo geológico.

C.7.4.3 Describe las características que comparten todos los primates.

C.9.6.3 Describe cómo los cambios ambientales provocaron la extinción de algunas especies.

Trasfondo

¿De dónde venimos?

Los humanos no descienden de los monos. Esta es una de las concepciones erróneas más frecuentes. Los monos actuales y los humanos pertenecen al grupo de los primates, y lo que se puede establecer es que comparten un ancestro común ya desaparecido con los actuales simios. La teoría de la evolución propuesta por Darwin consiste en realidad en varias teorías o conceptos interrelacionados. Dos de los más importantes son la selección natural y la ascendencia común. Darwin afirmó que todos los individuos emparentados descendían de un **antepasado común**. De esta manera, Darwin no pensaba que el ser humano descendiese del mono, sino que el hombre (un primate) y otros primates descendían todos de un antepasado común. Se conoce como

"hominización" al proceso relacionado con los cambios o transformaciones que ha sufrido el linaje que dio lugar a los humanos a lo largo del tiempo, es decir, desde una fisonomía parecida a los simios hasta el estado actual. En este proceso se distinguen tres características o adaptaciones fundamentales:

La marcha bípeda o bipedación (poder caminar con dos pies).

La marcha bípeda permitió liberar las manos, que se convirtieron en instrumentos muy sensibles, capaces de manipular los objetos de forma muy precisa. En la mano humana, destaca el pulgar, que es alargado, puede rotar con bastante libertad y puede oponerse al resto de los dedos de la mano. El análisis de los rasgos de los fósiles de esos homínidos tempranos, cotejados con los análisis del andar bípedo de los chimpancés, indican que la bipedación en los primeros homínidos, semejantes a los simios, podía haber sido realmente menos costosa que el andar cuadrúpedo típico de los monos. **Caminar erguidos sobre las dos piernas es un rasgo que nos define como humanos, y que permite distinguir todo nuestro linaje del resto de los simios.**

La cara y los dientes.

Disminución gradual del tamaño de la cara y de los dientes. Todos los grandes simios están dotados de enormes caninos (colmillos) que destacan del resto de los dientes. A medida que avanzamos en el proceso de hominización, observamos que los caninos van reduciéndose de tamaño. Además, los dientes que sirven para masticar, premolares y molares, han ido disminuyendo su tamaño progresivamente en nuestro linaje. Estos cambios provocan una disminución del tamaño de la cara y de las mandíbulas. La cara de los primeros antepasados del ser humano era grande y estaba situada al frente del cráneo. A medida que los dientes se redujeron y el cerebro aumentó, la cara disminuyó y varió su posición; así, **la cara de los seres humanos actuales está situada debajo, no delante, del cerebro.**

El Tamaño del cerebro.

La marcha bípeda se adquirió mucho antes de que comenzara el aumento del volumen del cerebro. La mayoría de los seres humanos actuales tiene una capacidad craneal entre 1.300 y 1.500 cm³. **En el transcurso del proceso de hominización, el volumen de la masa cerebral se ha multiplicado más de tres veces.** El aumento del tamaño del cerebro y de su complejidad ha permitido la evolución cultural y técnica del ser humano.

La adquisición del lenguaje articulado.

Paralelamente al desarrollo del cerebro, **el lenguaje articulado permitió transmitir información concreta de modo instantáneo.** Fue una característica que posibilitó la evolución cultural del ser humano, que le ha llevado a controlar el planeta, adaptando el entorno a sus necesidades.

Es importante establecer que la evolución humana no fue un proceso lineal, sino que presentó **variadas ramificaciones**, de manera que podemos encontrar especies distintas de homínidos que van a vivir al mismo tiempo. Algunos de estos linajes se extinguirán y otros continuaron evolucionando. El proceso de hominización todavía no se conoce en su totalidad, hay muchas lagunas que impiden tener un conocimiento completo del mismo. Debemos tener presente que los restos fósiles humanos que se suelen encontrar, son escasos e incompletos. Sin embargo, se ha podido corroborar científicamente, a través de innumerables pruebas y evidencias, que el proceso de “**hominización**” ocurrió, en sentido general, tal como lo concebimos actualmente. **Establecer con precisión los eslabones es menos importante que demostrar la validez de una tendencia en el linaje evolutivo de una especie.**

Glosario

Homínidos: Familia de primates que se separan de los antepasados de los grandes simios actuales. Los homínidos se caracterizan por su locomoción bípeda, una dentición especial y un aumento progresivo de la capacidad craneana.

Adaptación: Cualquier carácter morfológico, fisiológico, de desarrollo o de comportamiento que amplía el éxito reproductivo y la sobrevivencia de un organismo.

Taxón: Grupo taxonómico de cualquier rango, que incluye a todos los grupos subordinados; cualquier grupo de organismos, poblaciones o taxones considerados lo suficientemente distintos de otros grupos semejantes como para ser considerados una unidad taxonómica separada. Plural taxones o taxa.

Clado: Prefijo que significa rama o ramificación. Ramificación.

Australopithecinos: Homínidos bípedos ya extintos. Se conocen dos variantes, grácil y robusta.

Primates: Orden establecido por Linneo que agrupa a los lémures, monos, simios y seres humanos.

Género *Homo*: Género que agrupa al ser humano moderno y a sus parientes más cercanos extintos.

Paleoantropología: rama de la antropología física que se ocupa del estudio de la evolución humana y sus antepasados fósiles, en otras palabras de los homínidos antiguos.

Hominización: proceso relacionado con los cambios o transformaciones que ha sufrido el linaje que dio lugar a los humanos a lo largo del tiempo.

Foramen magnum: abertura postero-inferior del cráneo a través de la cual se establece la continuidad del sistema nervioso central hacia el raquis o médula espinal.

Actividad 1. El significado taxonómico del género *Homo*. Exploración

El capacitador repartirá las tarjetas y la Hoja de trabajo 1.. Estas son de tres tipos, **Niveles taxonómicos**, **Nombres de taxones** (taxa) y **Descripción de los taxones**. Los participantes deben seguir las instrucciones que aparecen a continuación.

¿Te has preguntado alguna vez que significa ser un miembro del género *Homo*? Nosotros, los humanos, hemos sido clasificados dentro del género *Homo* por los científicos. Te proponemos que establezcas la relación que existe entre los niveles taxonómicos y las descripciones que aparecen en las tarjetas. Cuando hayas terminado, te solicitamos que propongamos un orden jerárquico, del taxón mayor al menor, pareando el nivel taxonómico, el nombre del taxón y su descripción. Utiliza la Hoja de trabajo 1 las tarjetas que te suministrará tu capacitador.

Niveles taxonómicos	Nombres de Taxones	Descripción de los taxones
Reino	Animal	Organismos que poseen locomoción, eucariotas, heterótrofos, pluricelulares y que presentan tejidos.
Filo	Cordados	Estructura de sostén que se encuentra dorsalmente al tubo digestivo y se extiende a lo largo de todo el cuerpo, en algunos grupos persiste durante toda la vida, mientras que en otros es reemplazada durante el desarrollo por la columna vertebral.
Subfilo	Vertebrados	Espina dorsal segmentada compuesta de vértebras.
Clase	Mamíferos	Homeotermos que amamantan a sus crías, poseen pelos y colágeno.
Subclase	Euterios	La gestación se realiza en el útero dentro de la placenta.
Orden	Primates	Posición frontal de los ojos, extremidades con 5 dedos, poseen clavícula y un único par de mamas situadas en el pecho.
Familia	Homínidos	Reducción de los caninos (colmillos), arcada dental de forma parabólica, postura erguida y pueden utilizar la locomoción bípeda.
Género	<i>Homo</i>	Cerebro notablemente grande y complejo, cara pequeña y vertical, molares pequeños, nariz prominente, modificaciones anatómicas y funcionales de la región pélvica para exclusiva locomoción bípeda.
Especie	<i>sapiens</i>	Rasgo que los caracteriza específicamente, su inteligencia.

La tabla anterior será utilizada para que el capacitador pueda dirigir la discusión durante la exploración. En esta tabla se establece el sistema de clasificación jerárquico propuesto por los zoólogos, así como las características de los taxones involucrados en la clasificación de los homínidos. Posibles preguntas a utilizar durante la discusión son:

¿Por qué clasificamos a los organismos? ¿En qué consiste un sistema de clasificación jerárquico? ¿Qué diferencias se observan entre los taxones? ¿Cuáles ejemplos conocen de Primates, de Homínidos? ¿Conocen alguna otra especie de *Homo*? ¿Pueden incluirse en mismo taxón especies actuales y extintas? Explica. ¿Conocen alguna especie extinta del género *Homo*? Explica.

El capacitador anotará en la pizarra las preguntas, respuestas e ideas de interés que se presenten durante la discusión. No responderá las preguntas, que serán retomadas durante el resto de las actividades.

Respuestas a las preguntas (capacitador)

Un sistema de clasificación jerárquico establece unas reglas para nombrar y agrupar los taxones (taxa) que permite clasificar a los organismos (actuales y extintos) según su similitud y parentesco. Los taxones superiores, como el reino, el filo y la clase, se caracterizan por mayor generalización; las categorías inferiores como el género y la especie, por una mayor especificidad y relaciones de parentesco evolutivo. En la actualidad, los sistemas de clasificación más aceptados, son aquellos que mejor reflejan las relaciones de parentesco (ancestro común) entre los taxones.

Ejemplos del orden Primates son los monos del nuevo y viejo mundo, incluyendo los Homínidos (Gorila, Chimpancé, el hombre y otros homínidos extintos como los australopitecinos y las especies del género *Homo*) y los lemúridos.

Ejemplos de Homínidos (Familia) son el orangután el gorila, el chimpancé, el hombre, los australopitecos y los restantes miembros del género *Homo* ya extintos.

Ejemplos del género *Homo*, son el *Homo sapiens*, *Homo erectus* y *Homo neanderthalensis*, estos dos últimos extintos. Hay primatólogos que reconocen a la última especie como una de las dos subespecies del *Homo sapiens* (*Homo sapiens sapiens* y *H. s. neanderthalensis*).

Actividad 2. Cladogramas

Adaptado de Evolution & Nature of Science Institutes (ENSI/SENSI)

El capacitador entregará la Hoja de trabajo 2 a los participantes y les dará las indicaciones para que desarrollen la actividad.

Introducción

Uno de los modos para conocer en qué medida diferentes grupos de organismos se relacionan entre sí (filogenia) consiste en comparar sus estructuras anatómicas (partes y órganos del cuerpo). Aquellos órganos y partes del cuerpo que poseen igual estructura (plan) y origen, se conocen como caracteres u órganos homólogos. Cuando organismos diferentes comparten un gran número de caracteres homólogos, se considera una fuerte evidencia de que comparten un ancestro común mucho más cercano, que con otros organismos con los que comparten un menor número de caracteres homólogos. Cuando observamos la presencia de modificaciones específicas, estructuras compartidas por diferentes grupos de organismos, nombramos estas modificaciones como “caracteres derivados compartidos”. Aquellos organismos más cercanos filogenéticamente comparten un mayor número de caracteres derivados.

Cuando realizamos estudios de anatomía comparada con organismos de grupos diferentes, y encontramos que el número de caracteres derivados que se comparten entre éstos es diferente, podemos dibujar un diagrama de líneas ramificadas que conectan estos grupos mostrando sus grados de relación. Este diagrama nos recuerda a un árbol con sus ramificaciones, y se conoce como un “cladograma” o “árbol filogenético”. Los organismos se colocan en el extremo de las ramas, mientras que los caracteres derivados se ubican a lo largo de las ramas en forma de cuadrados negros y los ancestros comunes en forma de círculos en blanco. Mientras más estructuras homólogas derivadas comparten dos organismos, mayor es el parentesco evolutivo y más cercano en el tiempo el ancestro compartido. Las bifurcaciones representan los clados; mientras más cercana la bifurcación o clado entre dos organismos, mayor la relación evolutiva entre éstos.

Utilizando la información que conoces y la que te suministre el capacitador, completa la tabla que aparece en la Hoja de trabajo 2 colocando una X en los espacios donde sea pertinente. Una vez que hayas completado la tabla construye un diagrama de Venn para establecer la relación entre los organismos de la misma. En la figura 1 te presentamos un ejemplo. Finalmente, construye un cladograma para representar las relaciones filogenéticas entre los organismos. En la figura 2 te presentamos un ejemplo construido a partir del diagrama de Venn de la figura 1.

Estructuras

Cordón nervioso dorsal: Cordón central hueco que se encuentra por encima del notocordio

Notocordio: Estructura de sostén que se encuentra dorsalmente al tubo digestivo y se extiende a lo largo de todo el cuerpo, en algunos grupos persiste durante toda la vida, mientras que en otros es reemplazada durante el desarrollo por la columna vertebral.

Apéndices corporales pareados (patas, aletas, antenas, brazos)

Columna vertebral.

Patas pareadas.

Amnios: Membrana extraembrionaria que mantiene un fluido amniótico alrededor del embrión, puede o no estar dentro de la cáscara de un huevo.

Glándulas mamarias.

Placenta: Estructura unida al interior del útero de la madre que provee oxígeno y alimento al embrión a través del cordón umbilical.

Caninos cortos, de igual longitud que el resto de los dientes.

Foramen magnum paralelo al suelo (abertura del cordón espinal localizada por debajo del cráneo y perpendicular al resto del cuerpo en el caso de los humanos y otros bípedos extintos).

El capacitador utilizará las figuras 1 y 2 para explicar a los participantes como desarrollar la actividad. Una vez que hayan completado la tabla y construido el diagrama de Venn y el cladograma, el capacitador pedirá a cada uno de los equipos que presenten sus resultados.

Figura 1. Ejemplo de diagrama de Venn para representar las relaciones filogénicas entre tres organismos considerando caracteres derivados compartidos.

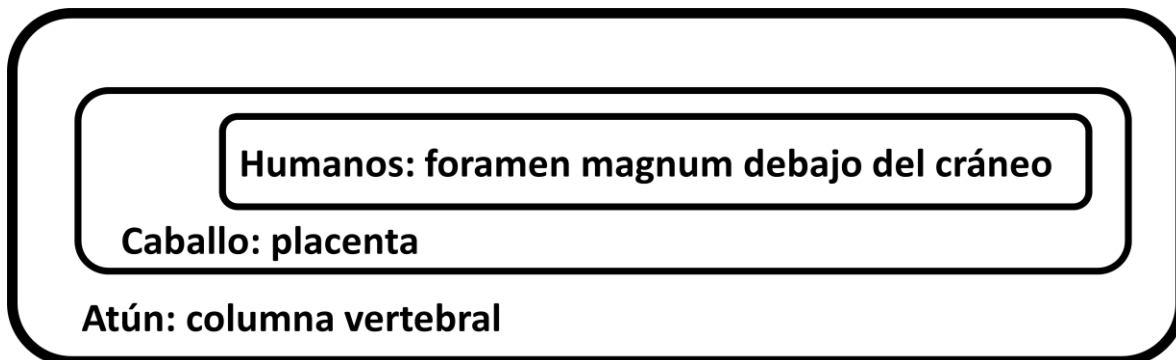
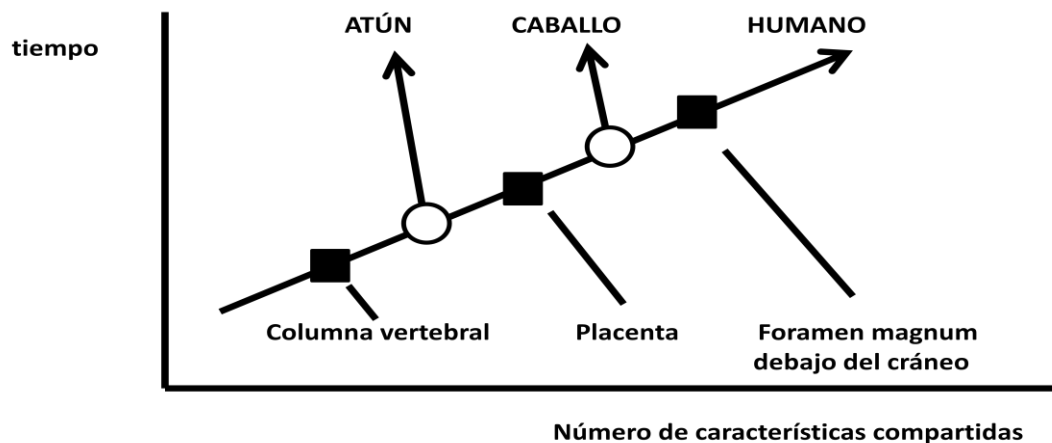


Figura 2. Cladograma construido a partir del diagrama de Venn de la figura 1.

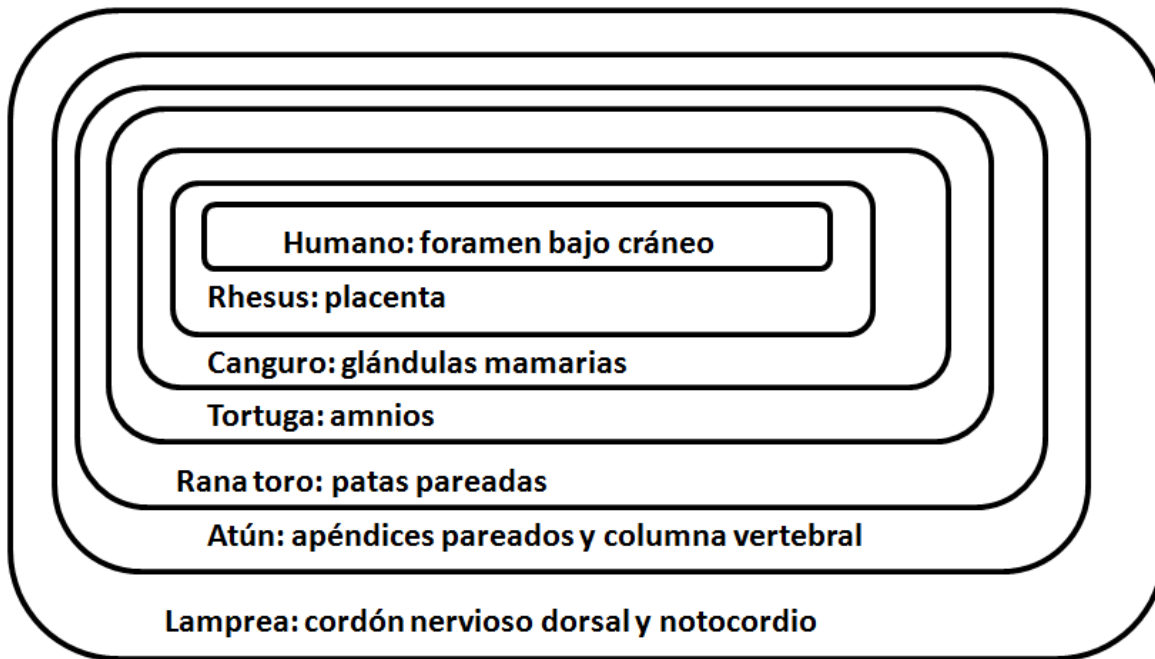


A continuación se presentan la Tabla a completar por los participantes, el diagrama de Venn construido a partir de esta tabla y el cladograma dibujado utilizando el diagrama de Venn.

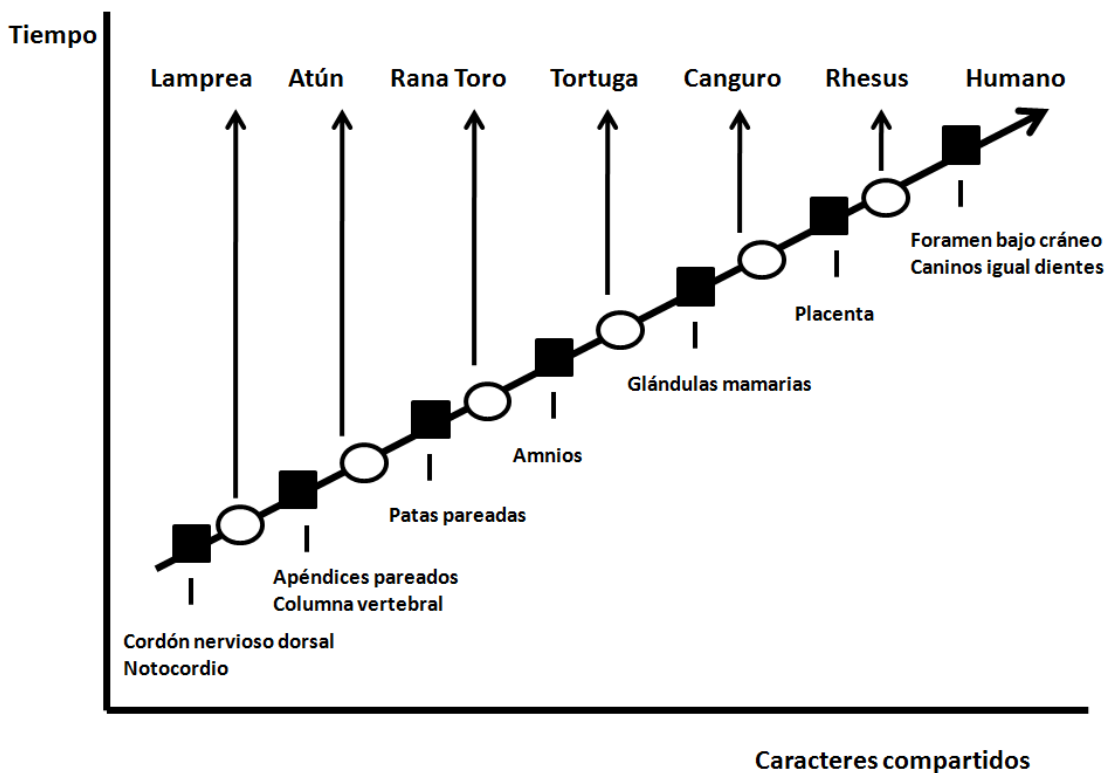
Tabla. Caracteres compartidos.

Caracteres	Canguro	Lamprea	Mono Rhesus	Rana Toro	Humano	Tortuga mordedora	Atún
Cordón nervioso dorsal Notocordio	X	X	X	X	X	X	X
Apéndices pareados Columna vertebral	X		X	X	X	X	X
Patas pareadas	X		X	X	X	X	
Amnios	X		X		X	X	
Glándulas mamarias	X		X		X		
Placenta			X		X		
Foramen bajo cráneo Caninos igual a dientes					X		
Número de Caracteres compartidos	5	1	6	3	7	4	2

Diagrama de Venn construido a partir de la tabla anterior



Cladograma construido a partir del diagrama de Venn anterior



Después de presentar los resultados, los participantes deben contestar las siguientes preguntas en su hoja de trabajo:

1. ¿Cómo podemos interpretar el cladograma construido? ¿Qué información podemos obtener del cladograma?
2. ¿Qué ejemplos de caracteres derivados se reflejan en el cladograma?
3. ¿Qué otros caracteres que no se reflejan en el cladograma hubiéramos podido utilizar como caracteres derivados?

Aplicación.

Considera la siguiente situación:

Tres vertebrados, no conocidos anteriormente, fueron hallados por una expedición de la Universidad de Puerto Rico en la selva tropical del Amazonas. Uno de éstos es muy similar a una iguana, el segundo se asemeja mucho a una rata gigante, mientras que el tercero es muy parecido a un goldfish. Ubica estos tres animales en tu cladograma y explica por qué los ubicaste en esa posición.

Respuestas para el capacitador

La iguana es un reptil, debe ubicarse en un clado junto a la tortuga.

La rata gigante es un mamífero placentado, debe ubicarse en un clado cerca del mono Rhesus.

El golfish es un pez óseo, debe ubicarse en un clado cerca del atún.

Actividad 3. Discusión del documental “El Origen del Hombre” (National Geographics)

Antes de ver el documental, te proponemos que tomes nota de los siguientes aspectos, que serán considerados durante la discusión del mismo:

- ¿Por qué la evolución del hombre se considera un fenómeno africano?
- ¿Qué definición se establece para el “hombre moderno”?
- ¿Quiénes son los principales miembros de nuestro árbol genealógico?
- ¿Qué distingue a los homínidos ancestrales del hombre actual?
- ¿Cuáles son caracteres compartidos del *Homo sapiens* con otros homínidos?
- ¿Qué características distinguen a los australopitecinos de los simios actuales?
- ¿Qué distingue al *Homo erectus* de los australopitecinos?
- En tu opinión, ¿qué distingue al *Homo sapiens* de otros homínidos? ¿Qué nos distingue como “hombres sabios” de otros humanos?

Actividad de cierre

El capacitador realizará una presentación relacionada con las teorías, hallazgos y preguntas que intentan explicar el linaje evolutivo de los homínidos. Durante la presentación, los participantes podrán aclarar dudas y conocer el estado actual de la interpretación sobre los registros fósiles. Una vez terminada la presentación, cada equipo realizará un ensayo colectivo (40 segundos por participante) utilizando como primera frase:

Es incorrecto decir que el hombre desciende del mono porque ...