



Universidad Nacional Autónoma de México

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Área de conocimiento: Biología

Propuesta de estrategias didácticas basadas en el plan de estudios para el proceso de enseñanza aprendizaje del tema “Evolución” en la Educación Media Superior.

Tesis que para optar por el grado de:

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

Presenta:

Q.F.B. Yisvy Maday Roque García

Tutor de tesis:

Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Miembros del comité tutor:

Mtra. Beatriz Cuenca Aguilar
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Dr. Ignacio Peñalosa Castro
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Dra. Martha Rosa del Moral Nieto
Facultad de Ciencias

Dra. Claudia Tzasna Hernández Delgado
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, noviembre 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Introducción	2
Marco teórico.....	4
Estado del conocimiento de la evolución Biológica	7
Planteamiento del problema	32
Justificación	32
Hipótesis.....	33
Objetivo.....	33
Método.....	34
Resultados	39
Discusión	49
Conclusiones	52
Referencias.....	53
Anexo I.....	55
Anexo II.....	57
Anexo III.....	58

Introducción

El tema evolución implica un complejo cuerpo de conocimientos que se han explicado de forma tan simplista que todo mundo cree comprender, pero su valoración en el ámbito cultural es deficiente y normalmente sus polémicas caen en el ámbito de las creencias basadas en actos de fe y no del sistema hipotético-deductivo típico de las ciencias biológicas y en el cual está basado.

Durante la impartición de la materia de Biología durante once años, he encontrado un sin número de obstáculos para desarrollar la clase, ya que se busca hacer atractiva la temática para cada uno de los alumnos, por lo que se propone estrategias debidamente evaluadas que garanticen dentro de los parámetros aceptados, el aprendizaje del tema "evolución" como se planeó institucionalmente.

La Reforma Integral de Educación Media Superior expone un modelo educativo basado en competencias que permitan desarrollar en la población habilidades, conocimientos y destrezas, lo que conllevará en un futuro el desarrollo sustentable del país (Mota, 2008).

La materia de Biología tiene como objetivo adquirir conocimientos que permita a los estudiantes valorar la conservación del medio ambiente, la importancia de los procesos celulares, evolución y origen de la diversidad de los seres vivos y su función en el ecosistema; con esto se pretende formar personas que mantengan una vida responsable, crítica y reflexiva (Ramos, 2014).

El alumnado tiene como característica encontrarse en la adolescencia por lo que se encuentran en su desarrollo cognitivo. En esta etapa desarrolla la capacidad de razonar en abstracto, realiza gradualmente un pensamiento más objetivo y racional, va adquiriendo una mayor habilidad para

generalizar. Es capaz de razonar de un modo hipotético y deductivo, utilizándolo como base de su raciocinio para, llegar a conclusiones. Razonar es para el adolescente una necesidad vital y si no puede satisfacerla hablando con adultos, la sacia dedicándose a múltiples actividades, que abandona a menudo en cuanto ha ejercitado su razón (Lazaro, 2013).

Es necesario realizar la labor docente a través del uso de estrategias didácticas que generen conocimiento en los alumnos y a partir de estas, analizar si las estrategias basadas en las competencias presentes permiten un mejor rendimiento escolar en el tema "evolución", en contraste con las estrategias tradicionales.

Actuar estratégicamente ante una actividad de enseñanza - aprendizaje supone ser capaz de tomar decisiones conscientes para regular las condiciones que delimitan la actividad en cuestión y así lograr el objetivo perseguido. En este sentido enseñar estrategias implica enseñar al alumno a decidir conscientemente los actos que realizará, enseñarle a modificar su actuación cuando se oriente hacia el objetivo buscado y enseñarle a evaluar el proceso de aprendizaje o de resolución seguido (Monereo, 2015).

Enfoquémonos en cómo dar una clase: se debe de establecer con que aprendizajes cuentan los estudiantes, cuáles son sus expectativas, cuáles son sus estilos de aprendizaje y cómo ellos pueden involucrarse de forma activa en su propio proceso. Formalmente, Tobón refiere: *"El enfoque de formación basado en competencias implica que el aprendizaje comienza a ser el centro de la educación, más que la enseñanza"*. Lo cual refuerza con: *"A partir de ello se debe orientar la docencia, con metas, evaluación y estrategias didácticas..."* (Tobón, 2006).

Marco teórico

La teoría constructivista ofrece criterios que sirven para ir evaluando el desempeño y el desarrollo de las competencias; argumenta que se puede observar y demostrar, a lo largo de un proceso formativo, el grado en el que se han logrado las competencias. Para ello, se recomienda distinguir cuáles serán las evidencias que los estudiantes construirán a lo largo del proceso educativo. Para cada sujeto, el desarrollo de las competencias implica la adquisición de un conjunto de conocimientos teóricos y de habilidades adquiridas para realizar algo, en el que siempre estarán expresados los propios valores y actitudes, por lo que no se puede considerar el desarrollo de ninguna competencia si no se ven involucradas las emociones (actitudes y valores) de quien aplica la competencia (Ramírez, 2013).

Las evidencias son las aportaciones que hacen los alumnos, las pruebas tangibles de que comprenden determinado criterio, son productos o registros (demostraciones objetivas y pertinentes) del desempeño, en relación con las competencias, las actuaciones intencionales y las contribuciones individuales definidas en este proceso (Iglesias, 2010).

Las estrategias de enseñanza son instrumentos de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y el desarrollo de las competencias de los estudiantes. Con base en una secuencia didáctica, que incluye inicio, desarrollo y cierre, es conveniente utilizar estas estrategias de forma permanente tomando en cuenta las competencias específicas que pretendemos contribuir a desarrollar (Tobón, 2006).

Las estrategias de aprendizaje como proceso de toma de decisiones (conscientes e intencionales) en las cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para cumplir una determinada demanda u objetivo, dependiendo de las características de la situación educativa en la que se produce la acción (Monereo, 2015).

El aprendizaje significativo se favorece con los puentes cognitivos entre lo que el sujeto ya conoce y lo que necesita conocer para asimilar significativamente los nuevos conocimientos (Tobón, 2006).

Las exigencias a las que el estudiante debe adaptarse y que marcaran el esfuerzo cognitivo que deben realizar debemos buscarlas en el objetivo educativo que tiene en mente el profesor cuando pide al estudiante que, a partir de los conocimientos que posee y en el entorno en el que se encuentra (o que el profesor organiza), realice esa u otra actividad (Monereo, 2015).

Organizar la información de forma personal se considera como una habilidad importante para aprender a aprender. Después de que se ha buscado la información pertinente para un fin específico, es necesario realizar la lectura y posteriormente hacer un análisis mediante organizadores gráficos adecuados. El uso de estrategias que promueven la comprensión de la información representa una importante labor. Como ejemplo de estos últimos podemos mencionar: Cuadro sinóptico, cuadro comparativo, matriz de clasificación, matriz de inducción, técnica heurística uve de Gowin, correlación, analogía, diagrama radial, diagrama de árbol, diagrama de causa-efecto, diagrama de flujo, mapa mental, mapa conceptual, mapa semántico, mapa cognitivo tipo sol, mapa cognitivo de telaraña, mapa cognitivo de ciclos, mapa cognitivo, resumen, síntesis, ensayo, etc. Los diagramas son representaciones esquemáticas que relacionan palabras o frases dentro de un proceso informativo. Esto induce al estudiante a organizar esta información no solo en un documento, sino también mentalmente, al identificar las ideas principales y subordinadas según un orden lógico. Los mapas cognitivos son organizadores gráficos avanzados que permiten la representación de una serie de ideas, conceptos y temas con un significado y sus relaciones, enmarcando todo ello en un esquema o diagrama (Pimienta, 2012).

Matriz de clasificación: permite hacer distinciones detalladas de las características de algún tipo de información. El objetivo es formar un conjunto o clases. Se deben identificar los elementos que se desean clasificar, se hace un listado, se organizan los elementos en grupos iniciales, se determinan las categorías. Se verifica que las características de los elementos cubran las necesidades de las categorías. Todo lo anterior, permite llegar a determinar detalles que a simple vista no se pueden determinar. Es de gran utilidad para el análisis de datos cualitativos.

Mapa mental: es una forma gráfica de expresar los pensamientos en función de los conocimientos que se han almacenado en el cerebro. Su aplicación permite generar, organizar, expresar los aprendizajes y asociar más fácilmente nuestras ideas. Permiten: lograr y desarrollar la metacognición, desarrollar la creatividad, resolver problemas, tomar decisiones, integrar las partes de un todo o desglosar un todo en partes, incrementa la capacidad para asimilar, procesar y recordar información (Pimienta, 2012).

Mapa conceptual: es una representación gráfica de segmentos de información o conocimiento de tipo declarativo. Es una estructura jerarquizada en diferentes niveles de generalidad o inclusividad conceptual, está formado por conceptos, preposiciones y palabras de enlace. Permite: lograr y desarrollar la metacognición, resolver problemas, tomar decisiones, incrementa la capacidad para asimilar, procesar y sintetizar información (Díaz Barriga, 2010).

Ensayo: es una forma particular de comunicar ideas, permite conocer el pensamiento del autor, quien se expresa con gran libertad, pero sobre bases objetivas de información. Es un escrito en prosa, generalmente breve, que expone sin rigor sistemático, pero con hondura, madurez y sensibilidad, una interpretación personal sobre cualquier tema (Pimienta, 2012).

Estado del conocimiento de la evolución Biológica

Desarrollo del pensamiento evolucionista moderno.

Durante mucho tiempo el hombre se mantuvo con una visión teológica donde los seres vivos no cambiaban, tenían un lugar específico en la naturaleza por lo que el proceso de evolución no existía. En la historia de la humanidad el origen de la biodiversidad ha contado con innumerables explicaciones, Aristóteles hace 24 siglos creía que la vida en la tierra tuvo siempre las mismas características, estas creencias son llamadas estáticas o fijistas, ya que en ellas los organismos no cambian. En el siglo XVIII James Hutton fundador de la geología científica aseguró, que el planeta era producto de cambios sucesivos, continuos y graduales, sin embargo, fue hasta principios del siglo XIX que surgieron ideas contra el fijismo (Guerra, 2009).

En el siglo XVIII inicia la transformación de esta corriente, se introduce la idea de cambio tanto en la naturaleza como en los seres vivos. A partir del siglo XIX es Lamarck quien propone una teoría tratando de explicar el proceso evolutivo, cree que toda ciencia debe tener una filosofía que ayude a explicar los fenómenos de su campo de conocimiento. Trata de explicar que los seres vivos se transforman para acomodarse a su ambiente y lograr una adecuación. En "filosofía zoológica" publicada en 1809 Lamarck trata de explicar que las leyes naturales ayudan a entender el proceso de transformación de los seres vivos en organismos más complejos y perfectos. Los organismos se adaptan a las condiciones del medio. Completa su esquema entre 1815 y 1822, ampliando a cuatro sus principios: gradualismo, adaptación, herencia de los caracteres adquiridos y transformismo (Paz & Martínez, 2019).

El mecanismo de transformación de Lamarck plantea lo siguiente: un cambio permanente en el medio ambiente produciría en los organismos un

cambio en sus necesidades; esto conduciría al desarrollo de nuevas acciones que traerían como resultado nuevas costumbres. Estas nuevas costumbres implicarían el mayor uso de ciertas partes del organismo que se agrandarían o se transformarían en otras y el desuso de otras, que tenderían a desaparecer, o bien los caracteres adquiridos durante la vida del organismo serían transmitidos a sus descendientes (Hernández & Ruiz, 2000).

En síntesis, su teoría fue transformista, ya que los organismos se modifican para poder adaptarse a los cambios del ambiente, pero también se les considera finalista, porque los cambios de las especies estarían "orientados" hacia un mismo fin: el progreso. Pese a las críticas que hoy se le pueden formular a la teoría evolutiva de Lamarck no hay duda de que significó un importante avance hacia el evolucionismo moderno (Antonelli, López, & Greizerstein, 2019).

La concepción vitalista es una segunda versión y está muy relacionada con la teleológica. Hace hincapié en la idea lamarckiana de que cada organismo tiene el impulso innato hacia la adaptación y que con ese impulso en general es suficiente para sobrevivir y dejar descendencia, la que además heredará esos cambios (Dalmás & Grilli, 2016).

En 1859 Charles Darwin publica "El origen de las especies" donde se plantea el mecanismo de la evolución por selección natural. Considera que la evolución involucra la existencia de la variación en la naturaleza, la sobrepoblación y la lucha por la existencia, lo cual genera la sobrevivencia y la reproducción diferencial de miembros de una población, proceso conocido como selección natural (Hernández & Ruiz, 2000).

La teoría de Darwin se puede reducir a cuatro principios: selección natural, variabilidad, filogénesis (comunidad de descendencia) y gradualismo. El darwinismo enfrenta la dificultad de la carencia de una adecuada teoría

de la herencia, que fundamente la presentación de las variaciones sobre las que actúa la selección natural (Hernández & Ruiz, 2000) (Paz & Martínez, 2019).

En 1900 Hugo de Vries, Carl Correns y Erich Tchetmarck simultáneamente, confirman los resultados de Mendel obtenidos 35 años antes, donde sostenía que la herencia se transmite en unidades discretas que son disociables y combinables de manera matemáticamente predecible. En la última mitad del siglo XIX el darwinismo enfrentó una teoría alternativa denominada neolamarckismo, que destacaba la importancia del uso y desuso en el desarrollo y atrofia de los órganos y la idea de que el medio actúa sobre las estructuras orgánicas, lo cual explica, la adaptación sin la presencia de la selección natural. En 1880 Weismann mostró que la variación hereditaria y la selección natural son mecanismos suficientes para explicar la evolución, rechazando de esta manera la noción arraigada de la herencia de caracteres adquiridos (Hernández & Ruiz, 2000).

Después del redescubrimiento de la teoría de Mendel se dio énfasis en el papel de la herencia en la evolución. De Vries relaciona la herencia de Mendel con los "pangenes" de Darwin en este sentido Johansen acuñó el término "gene". De Vries propuso la teoría mutacionista, donde las nuevas especies surgían por saltos bruscos y no por lenta acumulación de variaciones favorables acumuladas por selección natural. El carácter discontinuo de la herencia mendeliana se tomó como fundamento para sostener que las nuevas especies surgían por efecto de mutaciones bruscas que producen un nuevo tipo, a partir de la especie anterior sin preparación previa y sin ninguna transición. Las variaciones importantes en la evolución son las mutaciones que provocan cambios notables en los portadores (Antonelli, López, & Greizerstein, 2019).

El mutacionismo fue rechazado por muchos naturalistas, en particular por los biométristas, que defendían la selección natural como causa principal de la evolución. Los avances teóricos y experimentales de la genética permitieron entender que no hay contradicción entre la variación genética y la selección natural. Entre los años 1920 y 1940, Fischer, Haldane y Wright recuperaron el darwinismo como teoría vigente de la evolución, brindaron una estructura teórica para la integración de la genética a la teoría de la selección natural (Hernández & Ruiz, 2000).

En el siglo XX el genetista Theodosius Dobzhansky (1937), el zoólogo Ernst Mayr (1942), el paleontólogo George G. Simpson (1944) y el botánico George L. Stebbins (1950), cada uno con sus aportes, dan forma a la teoría sintética, que lejos de refutar a la teoría darwinista por selección natural la apoya y fortalece (Paz & Martínez, 2019).

Dobzhansky publicó el libro "Genética y el origen de las especies" y es considerado como el suceso más importante de la formulación de la teoría neodarwiniana, en el que plantea la síntesis de la selección natural darwiniana con la genética mendeliana. Alrededor de 1950 la aceptación de la teoría sintética fue universal. Las variaciones individuales de aparición gradual y continua que propone Darwin se reconocen como mutaciones de los genes producidos espontáneamente y sin dirección adaptativa. Su efecto positivo o negativo se debe al azar y la selección natural juega un papel no azaroso en la evolución. Se enfatiza el carácter poblacional de la evolución, al considerar que las especies son conjuntos de poblaciones aisladas reproductivamente, que interactúan en un ambiente dado entre organismos de una misma especie, con los de otras especies, así como los agentes físicos. Estas interacciones, la mutación y la recombinación, explican la gran diversidad de los seres vivos. Así, los postulados esenciales de la teoría sintética son: la evolución es gradual e implica dos procesos

fundamentales, uno azaroso (la producción de variación) y uno determinístico (la selección adaptativa). Otro punto de coincidencia fue demostrar la naturaleza dual de la evolución: adaptación por la propia especie y diversificación de todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación (Hernández & Ruiz, 2000).

La contribución fundamental de la genética de poblaciones es haber introducido, precisamente, el concepto de población. Los organismos individuales dejaron de ser considerados como el eje principal de los procesos evolutivos. Lo que caracteriza a cada población es su reservorio de genes, estos genes se transmiten de generación en generación a través del proceso de la reproducción sexual, siguiendo los principios mendelianos. Sobre estos genotipos de los nuevos individuos actuaría la selección natural y sólo alcanzarán la madurez reproductiva aquellos mejor adaptados. La variabilidad se mantiene de generación en generación por el flujo y la recombinación de genes (Antonelli, López, & Greizerstein, 2019).

De 1940 a 1960 comenzó a desarrollarse la biología molecular, y con ella una comprensión de la naturaleza química de los genes como la secuencia de ADN y su relación, mediante el código genético, con las secuencias proteínicas. Al mismo tiempo, técnicas cada vez más potentes para analizar proteínas, como la electroforesis proteica y la secuenciación de proteínas, trasladaron los fenómenos bioquímicos al campo de la teoría sintética de la evolución. A comienzos de 1960 los bioquímicos Linus Pauling y Emily Zuckerkandi propusieron la hipótesis del reloj molecular, en la que las diferencias secuenciales entre las proteínas homólogas se pueden utilizar para calcular el tiempo transcurrido desde la divergencia de dos especies. En 1969 Motoo Kimura y otros científicos desarrollaron una base teórica para el reloj molecular, argumentando que, al menos a nivel molecular, la mayoría de las mutaciones genéticas no son ni beneficiosas ni perjudiciales,

por lo que la deriva génica y no la selección natural, es la responsable de gran parte del cambio genético: la teoría neutralista de la evolución molecular. Los estudios de las diferencias en las proteínas dentro de una misma especie llevaron la información molecular al campo de la genética de poblaciones, ofreciendo estimaciones del grado de heterocigosidad a las poblaciones naturales. Tras el establecimiento de la biología evolutiva, los estudios de las mutaciones y las variaciones en poblaciones naturales, en combinación con la biogeografía y la sistemática, condujeron a sofisticados modelos evolutivos matemáticos y causales. A finales del siglo XX, la secuencia del ADN condujo a la filogenia molecular y a la reorganización del árbol de la vida en el sistema de tres dominios. Así mismo, el flujo horizontal de genes introdujeron aún más complejidad a la historia evolutiva (González, 2014).

Otra polémica recurrente en el evolucionismo se refiere a la gradualidad del proceso evolutivo de donde se plantea la teoría de los equilibrios puntuados. Según esta teoría, la evolución es un proceso discontinuo. Las nuevas especies surgen por procesos especiogénicos abruptos, y luego de haberse originado, se mantienen en una situación de "éxtasis" evolutiva, sin manifestar mayores cambios hasta que sobrevenga otro acontecimiento especiogénico (Antonelli, López, & Greizerstein, 2019).

Por lo que hemos visto, el mecanismo evolutivo es difícil de comprender por parte de los estudiantes por lo que se convierte en un problema central en la enseñanza de la biología (Hernández & Ruiz, 2000).

Percepción Social de la Evolución Biológica

En una entrevista a profesores, señala que los estudiantes están influenciados por su contexto, es decir, por su patrimonio cultural y sus creencias (inclusive las religiosas), lo que coincide con el pensamiento científico predarwiniano, requiriendo un enfoque histórico en su enseñanza. Inclusive la semántica del concepto de evolución ya conocido por el estudiante en otras áreas del conocimiento y en el contexto cotidiano, puede limitar la comprensión del concepto de evolución biológica (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

La evolución no ha sido resaltada en la currículo de ciencias de manera proporcional a su importancia, debido a políticas oficiales, intimidación de los profesores de ciencias, la falta de comprensión del público en general acerca de la teoría evolutiva y un siglo de controversia; sus resultados muestran que las ideas cerradas de los profesores no son muy distintas a la de los estudiantes, por ejemplo, les cuesta comprender cómo un individuo representa la variabilidad de toda una población y que esa variabilidad es necesaria para el cambio evolutivo, tampoco distinguen la referencia entre la diferencia entre individuo y especie cuando describen la selección natural (Araujo & Roa, 2011).

Es necesario señalar que el laicismo imperante de la educación pública en México promueve el conocimiento temprano de teorías alternativas al pensamiento creacionista, siendo el darwinismo desde hace un siglo la teoría que preponderante se promueve (Chaves, 2016).

¿Qué se debe enseñar del tema de Evolución Biológica?

En el evolucionismo, existe un amplio vocabulario que describe y explica diversos aspectos relacionados con el proceso de cambio de las especies (adaptación, diversidad, mecanismos evolutivos, etcétera). De esta

manera, para lograr un cambio conceptual que implique una mejor comprensión de la disciplina, el papel de los profesores será: definir los conceptos y teorías que deben manejar los alumnos, tomando en cuenta los criterios antes señalados. Por otra parte, para asimilar la teoría de la selección natural, es indispensable que los estudiantes comprendan el origen espontáneo de la variación, el concepto de adaptación diferencial, el pensamiento poblacional, el papel del azar y su necesidad en el proceso evolutivo, el profesor deberá generar estrategias que permitan conocer, analizar y discutir las ideas previas de los alumnos. Es importante mostrarles el hecho de la evolución, mediante la presentación de pruebas anatómicas, paleontológicas, etc., además de tomar en cuenta la forma en que Darwin refutó la teología natural. Es decir, se debe considerar aspectos históricos, teóricos y prácticos (Hernández & Ruiz, 2000).

Lo ideal sería que el pensamiento evolucionista se enseñara como una serie de ideas que han cambiado con el tiempo, comenzando con el pensamiento de Lamarck, continuando con el de Darwin-Wallace, y concluyendo con la teoría sintética y las posiciones neodarwinistas contemporáneas. No se trata de demostrar que la teoría de Darwin o la teoría sintética son absolutas, sino todo lo contrario, se consideran provisionales y perfectibles, existiendo una serie de hechos que deben ser explicados dentro de una estructura lógica (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Debe resaltarse la importancia que tuvo la introducción de la idea del azar en las explicaciones sobre el origen de la variación y el rechazo a la idea de la intencionalidad de los organismos, y analizar cómo se generó históricamente esta explicación, además de, cómo se desarrollaron teorías sobre la herencia que permitieron ubicar este proceso y reforzar los planteamientos de Darwin. Se podrían analizar las diferencias que existen entre la idea de adaptación perfecta y la de adaptación diferencial

mediante la contrastación de las ideas de los estudiantes, de Lamarck y de Darwin; se puede asimismo analizar cómo Darwin cambió sus ideas con respecto a la adaptación en el proceso de construcción de su teoría. Se puede confrontar la explicación que ofrece el pensamiento tipológico en el contexto de la explicación del mecanismo de la selección natural, de tal manera que se muestre que no puede existir selección natural si los miembros de una población son iguales y si no existen diferencias significativas entre ellos. La idea de pensamiento poblacional se puede reforzar al analizar cómo Darwin la planteó y las posibilidades que implicó en términos de la elaboración de su teoría. La idea de la "herencia de los caracteres adquiridos" puede permitir la discusión sobre los distintos criterios metodológicos que se han considerado válidos a lo largo de la historia. Puede analizarse cómo esta concepción se consideraba válida en tiempos de Lamarck y Darwin, y cómo esta idea fue rechazada cuando los criterios teórico-metodológicos cambiaron, a partir de los experimentos de Weissman. Otro papel de los ejemplares paradigmáticos es mostrar que la mayoría de los términos que tienen referente no pueden aprenderse o definirse paso a paso, sino por el contrario, deben aprenderse en grupo. Las generalizaciones explícitas e implícitas acerca de los conceptos que explican una parte del mundo desempeñan un papel esencial en el proceso de aprendizaje, ya que una vez que se han aprendido los términos que forman parte de un conjunto interrelacionado de conceptos, éstos pueden utilizarse para hacer generalizaciones nuevas. En este sentido, es importante tener presente el núcleo central del evolucionismo que permite determinar qué conjunto de términos están interrelacionados, por lo que no es posible abordarlos de manera aislada. Por otra parte, se debe analizar dentro de qué estructura conceptual funcionan estos planteamientos y en cuáles no. El siguiente punto importante del proceso es mostrar la validez de las nuevas explicaciones. Esto puede hacerse mediante la exposición de la manera en

que fueron validadas en el contexto científico, es decir, la forma en que surgieron como problemas de investigación, en que fueron resueltos y aceptados por la comunidad científica. Finalmente, es necesario que los estudiantes comparen sus ideas iniciales con las finales, con el propósito de que comprendan la validez de sus nuevas explicaciones (Hernández & Ruiz, 2000).

Los principios fundamentales de “la síntesis”, revisados y ampliados, constituyen aún hoy el núcleo de la biología evolutiva, los cuales deben considerarse en la enseñanza. Estos principios se pueden resumir como sigue:

- 1) Se distingue el fenotipo, el conjunto de rasgos “observables” del organismo, del genotipo, el conjunto de genes contenidos en todo el ADN del organismo.
- 2) Se niega la herencia de los caracteres adquiridos, es decir, se considera que los cambios fenotípicos debidos a la influencia ambiental no afectan los genes que el individuo pasa a la siguiente generación.
- 3) La herencia se basa en partículas que mantienen su identidad (no se mezclan) a través de las generaciones. Esto vale tanto para los rasgos de variación discreta como para los de variación continua.
- 4) Los genes mutan dando lugar a formas igualmente estables llamadas alelos, cuyos efectos fenotípicos son muy variables. La recombinación genética asociada a la reproducción sexual amplifica esta diversidad genética.

- 5) El cambio evolutivo es un proceso poblacional que implica un cambio en la abundancia relativa de organismos individuales con diferencias genotípicas.
- 6) Las tasas de mutación son demasiado bajas como para producir cambios fenotípicos a nivel poblacional; dichos cambios se deben a procesos azarosos (deriva génica) o no azarosos (selección natural).
- 7) La selección natural puede dar cuenta tanto de las grandes diferencias entre las especies como de las pequeñas.
- 8) La selección natural puede alterar las poblaciones más allá del rango original de variación al incrementar la frecuencia de alelos que, por recombinación con otros genes que afectan un mismo rasgo, dan origen a nuevos fenotipos.
- 9) Las poblaciones naturales son genéticamente variables por lo que pueden evolucionar rápidamente cuando las condiciones ambientales cambian.
- 10) Poblaciones de una especie en diferentes regiones geográficas difieren en las características que tienen una base genética.
- 11) Las diferencias entre especies y entre poblaciones de la misma especie, suelen basarse en diferencias en muchos genes, usualmente con pequeños efectos fenotípicos, lo que abona la idea de que las diferencias entre especies han evolucionado por pasos graduales.
- 12) Las diferencias entre poblaciones de una especie suelen ser adaptativas por lo tanto es una consecuencia de la selección natural.

13) Especies diferentes representan diferentes “pooles génicos”, esto es, las especies son grupos de individuos que potencialmente pueden aparearse y que no intercambian genes con otros grupos similares.

14) La especiación es el origen de dos o más especies a partir de un único ancestro común y ocurre usualmente por la diferenciación genética de poblaciones geográficamente separadas.

15) Los taxones superiores se originaron por prolongada acumulación de pequeñas diferencias más que por el súbito origen mutacional de “tipos” drásticamente diferentes.

16) Las “lagunas” en el registro fósil se deben a su carácter incompleto. De todos modos, dicho registro muestra numerosas gradaciones desde aparentes ancestros hasta sus posibles descendientes. Así, los principios que explican la evolución de poblaciones y especies pueden ser extrapolados a la evolución de los taxones superiores (González, 2014).

Es importante que el conocimiento sea significativo, es decir, se deben construir las interrelaciones entre el conocimiento aprendido y su uso en el entorno científico (genética humana, desarrollo de enfermedades, evolución humana, entre otras) (McInerney, 2009).

¿Cómo se enseña la evolución biológica?

Cuando se revisan los diferentes textos relativos al estudio de la teoría de la evolución biológica, destaca la coincidencia respecto de la forma como se les debe enseñar este importante tema a los estudiantes. Inicia con un recorrido histórico del desarrollo del pensamiento humano, catastrofismo, fijismo, hasta concluir con las ideas evolucionistas no fijistas. Durante este recorrido, se pretende que los alumnos comprendan la importancia de

estudiar desde esta óptica los procesos biológicos, como procesos completamente dinámicos y en constante cambio.

El docente normalmente elige entre dos estrategias didácticas posibles: una simple explicación enumerativa de los ejemplos clásicos sobre evolución, o bien intentar acercar la teoría de la evolución al alumno, convertirla en algo real y observable.

Entre otros notables errores tenemos:

- 1) Se considera que Darwin presentó su teoría de forma terminada, hecho que es falso.
- 2) Se presenta la teoría de la evolución biológica como una explicación completamente terminada y no como un programa de investigación en desarrollo.
- 3) Rara vez se menciona cuáles son los hechos que debe explicar la teoría, cuáles ha explicado y cuáles están en controversia.
- 4) Se presentan muchos mitos en torno a la figura de Darwin y se reduce la contribución de investigadores como fueron Wallace, Fisher, Mayr, Stebbins y otros, hecho que desvirtúa la contribución real de Darwin.
- 5) Otro error clásico consiste en afirmar que Darwin utilizó como ejemplo de evolución a los pinzones, cuando sólo los menciona esporádicamente en su obra. Uno de los ejemplos más frecuentes para explicar la teoría de la evolución es la comparación entre la evolución lamarkiana y la darwiniana utilizando el alargamiento del cuello de las jirafas, que aparece frecuentemente en los libros de texto. En la primera mitad del siglo XIX, Lamarck atribuyó el

alargamiento del cuello a la herencia de modificaciones corporales causadas por el hábito de estirar el cuello. Darwin atribuyó el alargamiento del cuello a la selección constante de individuos y razas que nacieron con los cuellos más largos (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

6) Los profesores estamos influidos por la formación y hasta no hace mucho se estudiaban todas las adaptaciones de los seres vivos y cada cosa tenía su sentido y su finalidad. Cuando los textos hablan de que la selección natural favorece la supervivencia del más apto, creo que están dando una idea de que siempre sobrevive el mejor, dando un cierto finalismo, siempre triunfa lo mejor. Es la vuelta de Lamarck (Gutiérrez, 2004).

La identificación de obstáculos contribuye a consolidar y estructurar la construcción de conceptos, pues la formulación de aquello contra lo cual se construye el concepto es determinante para delimitarlo. El conocimiento sobre la cognición (llamado conocimiento metacognitivo), incluye al menos tres tipos diferentes de conciencia metacognitiva: declarativa (saber sobre), procedimental (saber cómo) y condicional (saber cuándo y porqué) (Pérez & González, 2015).

¿Cuáles son las estrategias utilizadas para la enseñanza de la Evolución Biológica?

La enseñanza de la biología debe estar enfocada no sólo al conocimiento disciplinario que debe manejar el alumno, sino que es necesario ofrecer elementos que los capaciten para aprender, construir y manejar el conocimiento, para que comprenda los conceptos y teorías de dicha especialidad, con el fin de que se concientice acerca de las repercusiones sociales que el trabajo de los científicos ha jugado históricamente (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Para el caso de la evolución biológica la “contextualización histórica como estrategia didáctica” favorece la visión global y compleja del modelo evolutivo recalcando la importancia de aplicar los contenidos de evolución a nuevas situaciones y contextos (Araujo & Roa, 2011) (Chaves, 2016).

La enseñanza constructivista basada en las ideas de Vigotsky y Piaget, postula que la enseñanza escolar de las ciencias inicia con la propia construcción que los estudiantes hacen de la realidad, de manera que para que los maestros conozcan de dónde partir en la enseñanza, deben buscar que los alumnos expresen sus propias ideas y las puedan aplicar en diversas situaciones; lo que evitaría, de acuerdo con el constructivismo, la tendencia de los maestros de ciencias a intentar imponer verdades. Es por ello, que actualmente se sugiere integrar más directamente las teorías científicas y la historia de su desarrollo a la instrucción en ciencias en todos los niveles educativos, incluyendo la formación de maestros. Es importante iniciar la enseñanza de la ciencia, y en particular, de la teoría de la evolución, señalando que la ciencia busca la organización sistemática del conocimiento acerca del mundo, se interesa por fórmulas, leyes generales y teorías que relacionan diferentes fenómenos y procura explicar los sucesos observables. También es posible entenderla como el conjunto de explicaciones que se han dado de los fenómenos naturales y de los métodos seguidos para llegar a tales explicaciones. El conocimiento científico surge por consenso entre los científicos, a partir del conocimiento previo y aunque no siempre concuerdan en algunas cuestiones no establecidas, suelen coincidir con el conocimiento ya establecido. Para ello nada mejor que proporcionar a los alumnos una formación que les permita integrar, desde una perspectiva evolutiva, los conocimientos biológicos que van a adquirir durante sus estudios y que, al tiempo, les sirva de soporte para una reflexión de carácter más profundo sobre el ser humano y su naturaleza (Chaves, 2016) (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Se ha encontrado que los alumnos que han seguido un tratamiento histórico muestran una imagen de la ciencia más contextualizada y próxima a la realidad, y en la mayoría se constata una disminución significativa de los que perciben la actividad científica como descubrimiento, disminuye la visión acumulativa de la ciencia, mejora el conocimiento de los científicos y sus trabajos, así como conocer el proceso de creación de la ciencia. También se ha detectado una mejor comprensión de los aspectos relacionados con la contextualización de los conocimientos científicos y aumenta el número de alumnos que conocen los problemas generadores de diversos trabajos científicos (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Es importante fomentar en los aprendices una actitud creativa que les permita analizar y criticar los conocimientos que se les enseñan en la escuela. No se trata de la historia como un conjunto de datos ordenados cronológicamente, sino del análisis de los problemas que han abordado los científicos y de las formas que han dado lugar a sus soluciones. Conocer el proceso histórico-epistemológico de construcción de los principios, las teorías y los métodos científicos, puede favorecer que los estudiantes tengan una perspectiva más integral de la ciencia y logren una mejor comprensión de los fenómenos que estudian. Como tema de enseñanza, la historia de la ciencia puede ser empleada, por ejemplo, para generar discusiones sobre aspectos centrales de la ciencia, como es el caso de la "verdad" científica. Mediante el uso de esta herramienta didáctica puede mostrarse que los conocimientos actualmente considerados válidos no son "verdades eternas", sino construcciones realizadas en un contexto social definido y con una validez temporal. La ciencia busca la comprensión de los fenómenos naturales y las teorías representan estas explicaciones. De igual forma, mediante el estudio de los procesos cognitivos se sabe que el sistema conceptual de un individuo sirve como teoría personal que guía el proceso de aprendizaje. Así, las teorías, traducidas en contenidos escolares, son el

punto de encuentro entre la disciplina científica y el estudiante de ciencia. Los profesores en este sentido, pueden emplear como herramientas las pautas metodológicas que han propuesto los filósofos e historiadores de la ciencia para explicar la estructura y reestructuración de las teorías científicas. Tanto científicos como aprendices parten de las capacidades y herramientas cognitivas que como humanos tenemos a partir de nuestra historia evolutiva. En este sentido, es posible señalar que los seres humanos poseemos ciertos patrones de razonamiento que son propios de nuestra especie (por lo que es de suponerse que fueron resultado de la acción de la selección natural), y que estas capacidades cognitivas, como la percepción, el control motor, la memoria, la imaginación y el lenguaje, son empleadas por todos los humanos en las interacciones diarias con el mundo. Los científicos utilizan estas mismas capacidades para interactuar con la parte del mundo que tratan de explicar y los estudiantes para comprender la información que se les ofrece en la escuela. La comprensión supone el aprendizaje de nuevas formas de ver el mundo, por medio de dos procesos fundamentales: la interpretación y el aprendizaje del lenguaje. Los aprendices de ciencia deben aprender el lenguaje de su disciplina para comprender teorías que en un principio son incomprensibles o inconmensurables con sus ideas. Esto significa que deben manejar un vocabulario básico común, deben reconocer ciertos tipos de problemas, deben aprender a discriminar pautas de semejanza y diferencia de los fenómenos que estudia su disciplina, así como tener la capacidad de reconocer en qué condiciones funcionan y en cuáles no. Dado que la práctica científica implica siempre la producción y explicación de generalizaciones sobre la naturaleza, tales suponen la existencia de un lenguaje con una mínima riqueza, por tanto, la adquisición de dicho lenguaje lleva consigo el conocimiento de la naturaleza. Si la presentación de ejemplos forma parte del aprendizaje de términos como “adaptación”,

“selección natural”, etc., lo que se adquiere al mismo tiempo es el conocimiento del lenguaje y del mundo. De esta manera, el estudiante aprende lo que significan dichos términos, las características que son relevantes para relacionarlas con la naturaleza, y las cosas que puede decirse de ellos sin caer en contradicciones. Generar actividades que provoquen la insatisfacción de las explicaciones no válidas para el evolucionismo contemporáneo y que provoquen conflicto cognitivo, mediante demostraciones y experiencias. Dado que las ideas alternativas de los alumnos tienen muchas semejanzas con la explicación que ofreció Lamarck sobre este proceso, se podrían generar discusiones sobre los aspectos que Lamarck y los estudiantes tienen en común, y mostrar por qué y en qué aspectos, éste estaba equivocado. Se podría contrastar la idea del origen adaptativo de la variación con el desarrollo del concepto de selección natural (Hernández, Álvarez, & Ruiz, 2009).

Ernst Mayr, otro coloso de la biología evolutiva del siglo XX, capturó ese contexto en lo que llamó el modelo explicativo de Darwin sobre la evolución por selección natural. El planteo de Mayr, proporciona un beneficio doble al docente de biología:

Resume en forma concisa el argumento que Darwin elaboró minuciosamente en el libro de “el origen de las especies”.

Ofrece oportunidades de participación a los estudiantes en un aspecto central, a menudo ignorado, de la educación científica: la naturaleza y los métodos de la propia ciencia.

Cada estudiante de una clase constituye una viva demostración de individualidad, que el profesor puede explotar para hacer explícita la conexión esencial entre variación y selección. La omisión de señalar explícitamente esa conexión a los estudiantes implica desaprovechar uno

de los mensajes esenciales de la educación en biología. Hay preguntas que están incorporadas a la cultura imperante pero no ayudan mucho a comprender la evolución porque arraigan en conceptos finalistas carentes de bases científicas, como: ¿Para qué los flamencos tienen patas largas? ¿Para qué los peces tienen aletas? ¿Por qué los pájaros vuelan? En cambio, nos puede resultar muy útil preguntar: ¿Qué mecanismos condujeron a que los flamencos tengan patas largas? ¿Cómo podemos explicar la gran variedad de organismos que existe hoy? Otra manera de abordar la evolución es plantear un problema a resolver que la relacione con aplicaciones prácticas de interés para la salud pública, la inmunología o la agricultura (McInerney, 2009).

Se debe desarrollar una “estrategia proactiva” encaminada a enseñar la teoría evolutiva como una herramienta de uso biológico que favorece el desarrollo de alternativas a problemáticas actuales como lo son la salud (vacunas, antibióticos) y agroeconómicas (pesticidas, herbicidas, control de plagas), sin importar los cuestionamientos personales que tengan los individuos acerca de la evolución. Así pues, la evolución biológica se entiende como un concepto multipropósito dentro de la enseñanza de las ciencias (Araujo & Roa, 2011).

La genética y la biología molecular revelaron que grupos de especies comparten un patrimonio genético heredado de un ancestro común y plantearon que existe un árbol de la vida, irregular, con nuevas ramas que se relacionan entre ellas; expliquemos a los estudiantes que los mecanismos evolutivos también evolucionan y que la evolución es imprevisible: la naturaleza no tiene objetivos. Organismos idénticos, que viven en condiciones idénticas, pueden tomar caminos evolutivos diferentes, todos los seres vivos siguen evolucionando por el mecanismo de la descendencia con modificaciones y la selección natural (McInerney, 2009).

La multidisciplinaridad del concepto evolutivo y la importancia de este no sólo a nivel biológico sino dentro de las ciencias en general, permite un aprendizaje de la evolución basado en proyectos (PLB), que facilita en el estudiante la habilidad de interpretar teorías y de tener una mejor comprensión de la naturaleza de las ciencias. El juego desempeña un papel fundamental en la construcción de conocimiento de los estudiantes, además de establecer vínculos afectivos y sociales importantes en el desarrollo de la personalidad de los individuos; a lo largo del tiempo los juegos han sido un recurso fundamental en la enseñanza y cada vez más profesores se ven motivados a utilizar esta herramienta a la hora de abordar conceptos difíciles de comprender, en el caso de la evolución biológica no es la excepción y video juegos como Spore diseñado por Will Wright es reconocidos por ser un excelente experimento darwiniano (Araujo & Roa, 2011).

La teoría de los perfiles conceptuales se acerca al constructivismo contextual, que propone la coexistencia de diferentes modos de pensar y hablar el aprendizaje de las ciencias, como un lenguaje construido en las clases de ciencias. Desde una postura socio-interaccionista, se propone el uso de "perfiles conceptuales" para estructurar las ideas relativas a un determinado concepto y describir su evolución y su desarrollo en los estudiantes, ya sea de forma individual o social. La construcción de la dimensión sociocultural se realiza indagando en distintas fuentes históricas y epistemológicas el desarrollo del concepto, por ello, se considera pertinente presentar, aunque sea expresado de manera breve, algunos episodios histórico-epistemológicos de relevancia en el desarrollo del concepto de evolución biológica. El concepto de evolución biológica es muy adecuado y pertinente para construir un perfil conceptual de sí mismo, permite modelar la heterogeneidad de pensamiento y discurso en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biología, con el objeto de indagar estas

prácticas, y ampliar así los conocimientos en didáctica de las ciencias, al igual que posibilitar la proposición de actividades de aula (por ejemplo, secuencias didácticas) conducentes a mejoras en la educación científica, lo cual es una de las finalidades de la educación continua y permanente del profesorado (Chaves, 2016).

La modelización es una estrategia de enseñanza inspirada en la concepción semántica de las teorías científicas. Desde esta concepción epistemológica se otorga un rol central en la construcción del conocimiento científico a los modelos, entendiéndolos como representaciones simplificadas del mundo y contextualizadas, en tanto cambian a través del tiempo para dar respuesta a los problemas que estimularon su creación. La relación entre el modelo y la realidad no es una relación de "verdad", por lo tanto, lo que se busca es si el modelo se ajusta bien a los sistemas reales y hasta qué punto es similar a ellos. De esta manera, la experimentación y la observación ayudan a los científicos a decidir qué modelo "encaja" mejor respecto a los aspectos del mundo real que se están investigando. En esta concepción las teorías se entienden como "familias de modelos" que tienen diversas funciones como ser comunicativas, explicativas, predictivas, descriptivas. Pueden representarse mediante cualquier medio simbólico que permita pensar, hablar y actuar con rigor y profundidad sobre el sistema que se está estudiando. De esta manera, no sólo son representaciones de modelos aquellas altamente matematizadas y abstractas usuales, sino también las maquetas, las imágenes, las tablas, las redes, las analogías siempre que habiliten a quien los usa a describir, explicar, predecir e intervenir. Consideramos que tomar este enfoque en las aulas aporta una mirada epistemológica más interesante que las propuestas tradicionales de enseñanza (Pérez & González, 2015).

Problemáticas existentes para la enseñanza de la Evolución Biológica.

El problema de la transformación de la enseñanza en nuestro país se ha orientado fundamentalmente a los aspectos metodológicos. Un aspecto relevante, consistía en confrontar la enseñanza memorística, la cual era la norma, la repetición de textos o de apuntes aportados por el profesor derivado de una concepción autoritaria, fue totalmente cuestionada y se promovió la reflexión del trabajo académico. Los profesionistas egresados de los diversos campos de la ciencia generalmente poseen deficiencias en aspectos fundamentales de las bases filosóficas, metodológicas y epistemológicas vinculados con la disciplina. Un manejo adecuado de los fundamentos epistemológicos de la biología y de la ciencia en general, repercutirá en que a los alumnos se les presente una visión realista del quehacer científico. Entre los factores que influyen en como una persona responde al enfrentarse a datos nuevos, están las características de su conocimiento previo; en el caso de la teoría de la evolución, están involucradas las creencias originales, en ocasiones religiosas, que son muy difíciles de cambiar. Por otro lado, para que los datos nuevos sean aceptables, se requiere de demostraciones, experimentos o vivencias que hagan referencia al mundo real o que sean perceptualmente obvias, lo cual resulta muy complicado para el caso particular de la evolución biológica. Existe una preocupación por entender cómo conciben los alumnos los mecanismos de la evolución, dado que sus ideas difieren de las sustentadas por los biólogos, en principio se considera que se trata de un enfrentamiento entre un concepto abstracto como lo es la teoría de la evolución y el concepto de la variación, frente al pensamiento concreto de los estudiantes (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Los alumnos piden certeza cuando das la clase, piden definiciones que no sean ambiguas y en caso contrario lo rechaza. Por otra parte, el profesor

simplifica los contenidos, que se reflejan en una práctica lineal y reduccionista, sin embargo, los estudiantes deben conocer los debates de los científicos en la realidad, está claro que, desde perspectivas tradicionales y conservadoras no puede estar bien visto que las incertidumbres y la relatividad del conocimiento, llegue a el aula (Gutiérrez, 2004).

Otra dificultad procede de la presencia en los alumnos y a veces en los maestros de una preconcepción lamarckista del proceso evolutivo. Otra cuestión, que también plantea dificultades importantes, radica en la identificación errónea del concepto de selección natural con la idea de la lucha por la existencia y del triunfo de los más fuertes (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

Por otra parte, no se cuenta con el pensamiento poblacional, lo cual tiene grandes implicaciones en el entendimiento de la teoría evolutiva, así como la falta de comprensión de ideas como la adaptación, sobre entendiéndola como aclimatación; además de la falta de entendimiento sobre las escalas de tiempo. Normalmente se considera que el ambiente es el principal responsable de los cambios que se producen. Un aspecto importante es la falta de claridad respecto al carácter dual: el azar y la necesidad de la evolución o de la explicación de la evolución. Muchos piensan que, la producción de variaciones es dirigida a resolver las necesidades de los problemas biológicos de los organismos, pero no logran deslindar entre los eventos azarosos como la mutación y la deriva génica y los determinísticos como la selección natural (Hernández, Álvarez, & Ruiz, 2009).

Por último, existen dificultades que provienen tanto de la propia complejidad de algunos conceptos teóricos, como el debate científico que existe en la actualidad sobre determinados aspectos del proceso evolutivo, lo que en conjunto dificulta una buena comprensión de la teoría evolutiva,

no por parte de los alumnos, sino de los propios docentes no expertos en este campo. Existen varios problemas al momento del aprendizaje de la teoría evolutiva, entre ellos están la actitud y la capacidad cognoscitiva del alumno, la complejidad de la propia teoría y las dificultades que tienen los maestros para abordarla. El docente no cuenta con una formación que le permita el diseño de estrategias de enseñanza (Yoloxochitl & Quintino, 2013).

El tema de los fines de la enseñanza de las ciencias debe ser cotejado con una realidad que golpea tristemente la educación media. Muchos jóvenes manifiestan una imagen negativa de la actividad científica a la que consideran difícil, aburrida y sólo apta para algunos pocos que son percibidos como genios. El desinterés hacia las ciencias es un fenómeno complejo y multicausal, siendo la forma de enseñar ciencias una de las variables incidentes de mayor peso. Es por esto que establecemos una fuerte relación entre el desinterés de los jóvenes hacia las ciencias y los fines por los cuales se les está enseñando (Dalmás & Grilli, 2016).

La planeación en las escuelas es a través de libros, textos y programas con secuencias didácticas establecidas, por lo que elude la responsabilidad que les corresponde a los docentes, cayendo en la enseñanza tradicional, y transmite a veces el conocimiento de la teoría de la evolución biológica de forma limitada o parcializada (González, 2014).

Podemos resumir la existencia de cuatro desafíos centrales en la enseñanza de la evolución: 1) Comprender las interrelaciones entre variables cognitivas, afectivas, epistemológicas y religiosas que contribuyen a la perspectiva anti evolutiva en individuos de diferentes edades y niveles educativos, las condiciones socioculturales de la comunidad donde se ubica la escuela y los recursos de que se dispone; 2) Diseñar, implementar y evaluar estrategias que promuevan modelos cognitivos de evolución, 3) Considerar, que la evolución biológica, es un tópico integral y así es como se debe presentar y

4) Reducir los niveles de actitudes anti evolutivas (Araujo & Roa, 2011); (Antonelli, López, & Greizerstein, 2019); (Pérez & González, 2015); (McInerney, 2009).

Planteamiento del problema

De acuerdo a la planeación de la materia de biología, incluida en la currícula del segundo año del plan 07 del bachillerato universitario BUAP, no existe una forma adecuada de enseñar el tema de evolución biológica, el cual está estructurado en la enseñanza tradicional, es decir, se imparte de manera expositiva, no se desarrollan competencias en el estudiante y además el tiempo asignado al tema es deficiente. Por lo anterior se pretende desarrollar una estrategia que permita al alumnado de una manera dinámica abordar este importante tema; sabemos que cada alumno aprende de forma diversa, por lo que se pretende, que las estrategias propicien que: organice, sistematice y reconozca la información, esperando que se desarrollen sus competencias.

Justificación

En el siglo XXI la sociedad y el proceso de enseñanza se enfrentan a una nueva forma de ver y entender el mundo, la velocidad con la que se genera el conocimiento y la necesidad que se tiene del mismo, para mejorar la calidad de vida de las comunidades humanas lleva a la urgente búsqueda de alternativas para una mejor enseñanza de la ciencia, en este caso de la Biología (López, 2010).

La escuela preparatoria Alfonso Calderón Moreno es parte del Sistema de Educación Media Superior de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; ésta ha logrado integrarse al Sistema Nacional de Bachilleratos, por medio del trabajo basado en competencias tal y como lo pide la Reforma Integral de la Educación Media Superior.

El trabajo académico dentro de la Universidad se basa en el Modelo Universitario Minerva (MUM), en el que se pretende contribuir en el desarrollo social y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos; es decir tiene una visión renovada de la interacción Universidad-Sociedad, una forma de

aprendizaje colaborativa donde todos los universitarios participan y se desarrollan personal y profesionalmente, por lo que es necesario mantener actualizados a los docentes en el área pedagógica, con el fin de obtener mejores resultados en el proceso enseñanza-aprendizaje. Para ello se requiere el desarrollo de competencias docentes, donde se propicie que los estudiantes desarrollen competencias genéricas, disciplinares y actitudinales (BUAP, 2007).

Hipótesis

Al diseñar y aplicar estrategias basadas en el plan de estudios aceptado para la Escuela Preparatoria Alfonso Calderón Moreno, se espera que los alumnos tengan una mejor apropiación de los contenidos disciplinares del tema de Evolución Biológica en la Educación Media Superior.

Objetivo

Diseñar, poner en práctica y evaluar estrategias, basadas en el Plan de estudios para el proceso de enseñanza aprendizaje del tema de Evolución Biológica en la Educación Media Superior.

Método

Características generales del área y población de estudio.

La Escuela Preparatoria Alfonso Calderón Moreno se encuentra ubicada en el Km. 1.5 Carretera a Resurrección, Ciudad de Puebla, Puebla, México. Las características de la población circundante son: economía baja, los índices de delincuencia son altos y recibe poco apoyo de infraestructura, por lo que sus servicios fallan continuamente o son de mala calidad, es considerada una zona industrial, ya que a su alrededor se encuentran ubicados varias fábricas, al decir lo anterior podemos generalizar que la mayor parte de la población, son obreros. El alumnado que forma el plantel tiene como características ser: rebeldes, creativos, entusiastas, despreocupados, buscan su identidad y su independencia, no son activos económicamente. El nivel socio-económico es considerado bajo. El número de alumno que se maneja por grupo es de 40. La población total es aproximadamente de 3000, distribuidos en dos turnos (APOED, 2021).

Se cuenta con acceso a grupos para realizar pruebas necesarias para la elaboración del presente trabajo. Así como espacios donde pueden desarrollar actividades dinámicas.

Contenido del tema de evolución

La materia de Biología se encuentra ubicada en el mapa curricular del plan 07 por competencias del Nivel Medio Superior en el nivel de tronco común, durante el segundo año, en el campo disciplinar de las ciencias naturales.

Bloque de aprendizaje: Evolución de los seres vivos	Tiempo: 12 horas.
Unidad de competencia: Analiza las principales teorías sobre la evolución de los seres vivos, para explicar la diversidad biológica a partir de los mecanismos de variabilidad y evidencias evolutivas.	
Competencias genéricas: 6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta. 6.4 Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética	
Competencias disciplinares: 6. Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas. 8.3 Asume una actitud constructiva y congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.	

Características de la muestra estudiada:

Para llevar a cabo el estudio se tomaron al azar dos muestras, la primera fue el grupo al cual se le aplicó la estrategia utilizada, el cual consistió de 37 alumnos (24 mujeres y 13 hombres); el segundo grupo consistió de 41 alumnos (30 mujeres y 11 hombres), cuyas edades oscilaban entre los 16 y 17 años.

Diseño de los cuestionarios pre-tests y post-test.

Los cuestionarios fueron diseñados dentro de los objetivos de la asignatura de la asignatura "práctica docente III" para su elaboración se tomó como referencia el programa oficial de estudios vigente, donde se encuentra el tema de estudio. Para la validación se implementa a dos grupos pilotos, de forma posterior, se encuestó a los alumnos sobre la claridad, el entendimiento y la extensión del cuestionario; finalmente se sometió a revisión por pares de la academia interna de Biología.

Diseño de la estrategia

La estrategia fue diseñada en base a los objetivos de la asignatura de práctica docente II y rediseñada en práctica docente III, se propuso a la academia interna de Biología de la preparatoria para su revisión y validación, de forma posterior fue implementada a grupos piloto previamente al estudio con la intención de mejorar la estrategia.

Aplicación de la estrategia

La estrategia se aplica a un grupo de cuarto semestre, a lo largo de 7 sesiones, trabajando los temas marcados por el programa de estudios; se tiene tres momentos en cada intervención: apertura, desarrollo y cierre. Durante la apertura se explora el conocimiento previo o se repasa el tema

visto previamente, durante el desarrollo de forma general, el alumno, explora el nuevo conocimiento y se realizan la matriz de clasificación, los organizadores gráficos, el ensayo, la resolución de preguntas, etc., durante el cierre se realizan algunas correcciones por parte del docente o entre pares, o se exponen algunos puntos relevantes por parte de los alumnos. Para el desarrollo y la evaluación del trabajo realizado se manejan rubricas que son expuestas por el maestro y exploradas por los alumnos.

Análisis estadístico

Para llevar el análisis estadístico se siguió el siguiente procedimiento:

Análisis de normalidad.

Para decidir qué prueba estadística utilizar se llevó a cabo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, utilizando el programa STATISTICA ver. 10.1. Se contrastaron las siguientes hipótesis:

Ho: Si $p > 0.05$ los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Ha: Si $p < 0.05$ los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Esto se realizó tanto para el pre-test, como para el pos-test, así como para la diferencia D (post-test menos pre-test).

Hay que señalar que se realizó de forma independiente para los dos grupos.

Comparación de los resultados entre los grupos con y sin estrategia.

Debido a que tanto el grupo sin intervención como con intervención tuvieron un comportamiento normal en la distribución de sus datos tanto del pre-test, como del post-test y de la diferencia post-test menos pre-test, se

decidió aplicar la prueba de “t” para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 10.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Para pre-test

Ho: Si $p \geq 0.05$ no hay diferencias en las calificaciones del pre-test entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las calificaciones del pre-test entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia.

Para post-test

Ho: Si $p \geq 0.05$ no hay diferencias en las calificaciones del post-test entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las calificaciones del post-test entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia.

Para la diferencia D (post-test menos pre-test)

Ho: Si $p > 0.05$ no hay diferencias en las diferencias “D” entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las diferencias “D” entre el grupo con estrategia y el grupo sin estrategia

Resultados

Los resultados pre-test, pos-test y de la diferencia se muestran en el apéndice I.

Estadística básica:

Al aplicar la estadística básica (promedio, desviación estándar y coeficiente de variación) podemos observar para cada uno de los grupos lo siguiente:

Grupo con estrategia			
Estadístico	Pre-test	Pos-test	Diferencia
Promedio	2,0135	4,2432	2,2297
Desviación estándar	1,0374	1,1357	1,2096
Coeficiente de variación	51,52	26,77	54,25
n	37	37	37
Grupo sin estrategia			
Estadístico	Pre-test	Pos-test	Diferencia
Promedio	2,0610	3,8963	1,8354
Desviación estándar	1,1412	1,1319	1,4498
Coeficiente de variación	55,37	29,05	78,99
n	41	41	41

Son notorios dos puntos:

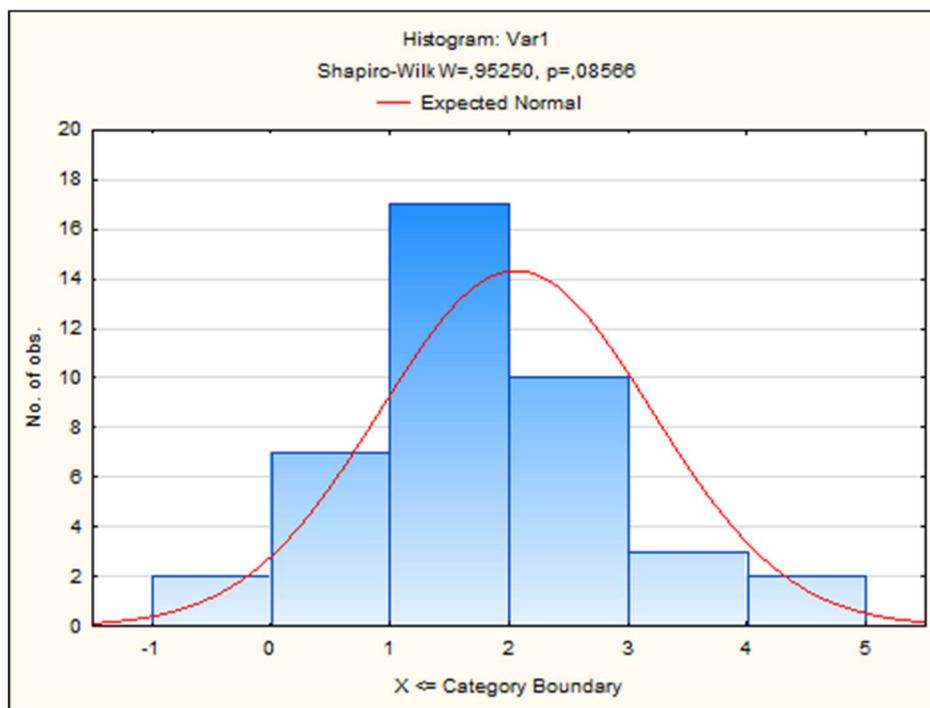
1.- Un incremento en los resultados en el post-test en comparación al pre-test, lo cual se ve reflejado en el signo positivo de la diferencia, esto proporciona evidencias a favor de la existencia de aprendizaje en ambos grupos.

2.- Una reducción del coeficiente de variación en el post-test en ambos grupos, lo cual nos proporciona evidencias a favor de que las estrategias tienden a homogenizar los grupos en cuanto a las respuestas con relación al tema evolución.

Análisis de la normalidad del grupo sin estrategia.

Pre-test

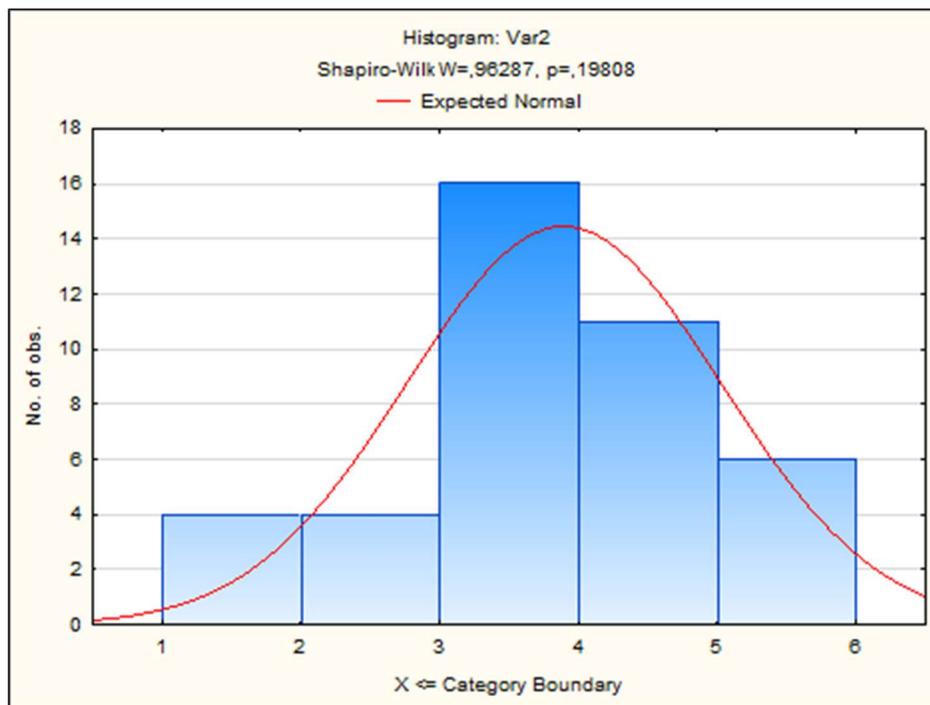
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo sin estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.08566$, la cual es mayor a 0.05 , esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Post-test

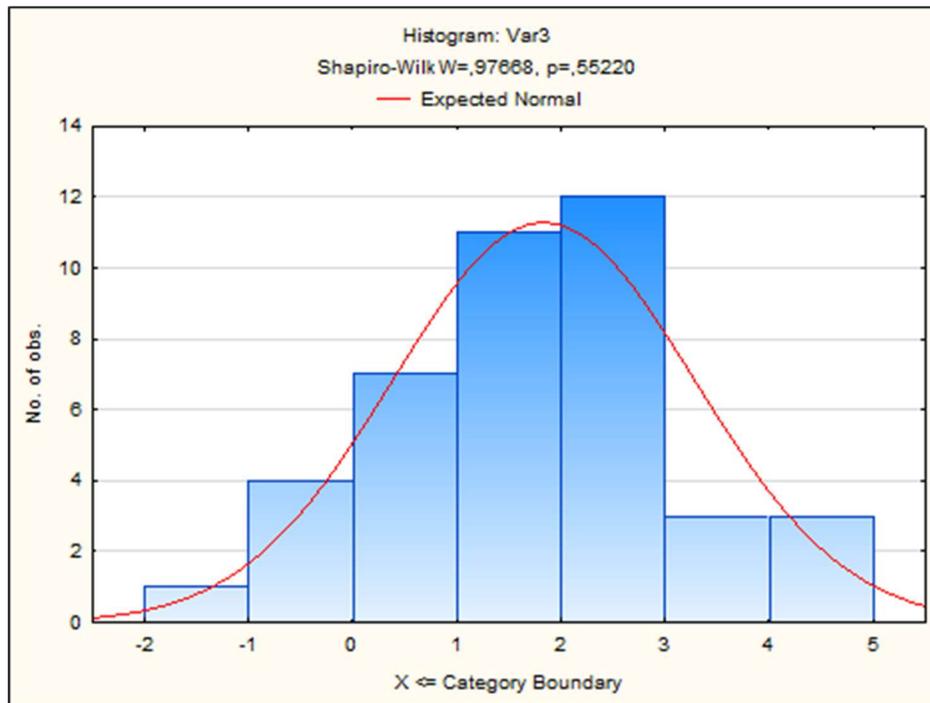
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo sin estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.19808$, la cual es mayor a 0.05 , esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Diferencia "D" (post-test menos pre-test)

Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo sin estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



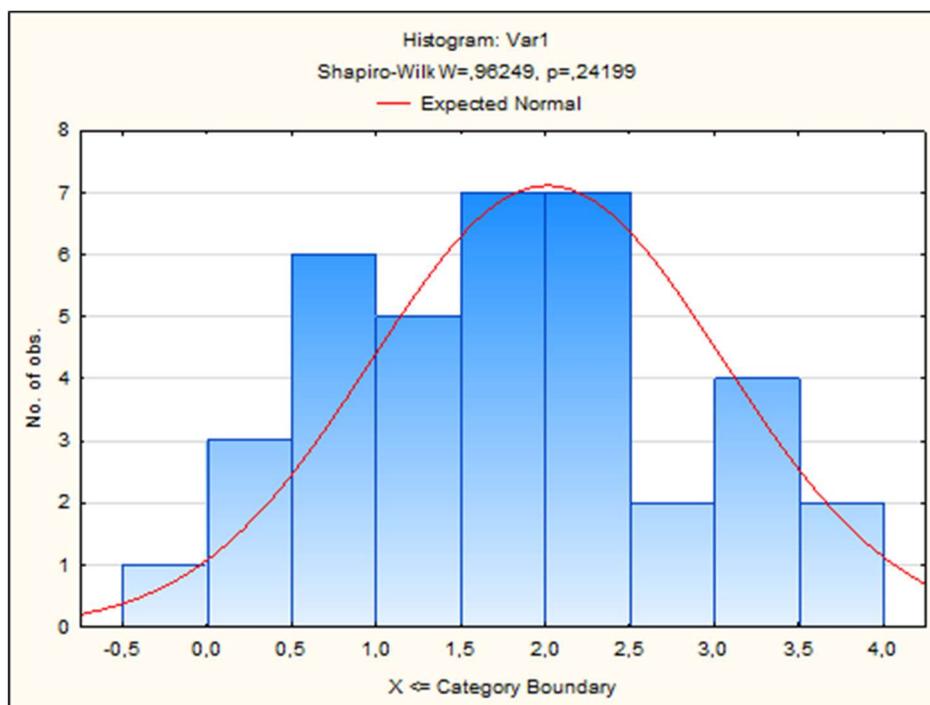
En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.55220$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

De ahí que podemos observar que siempre presentan normalidad los resultados que se obtuvieron para el pre-test, post-test y diferencia (post-test menos pre-test) para el grupo sin estrategia, lo que nos permite utilizar métodos estadísticos paramétricos.

Análisis de la normalidad del grupo con estrategia.

Pre-test

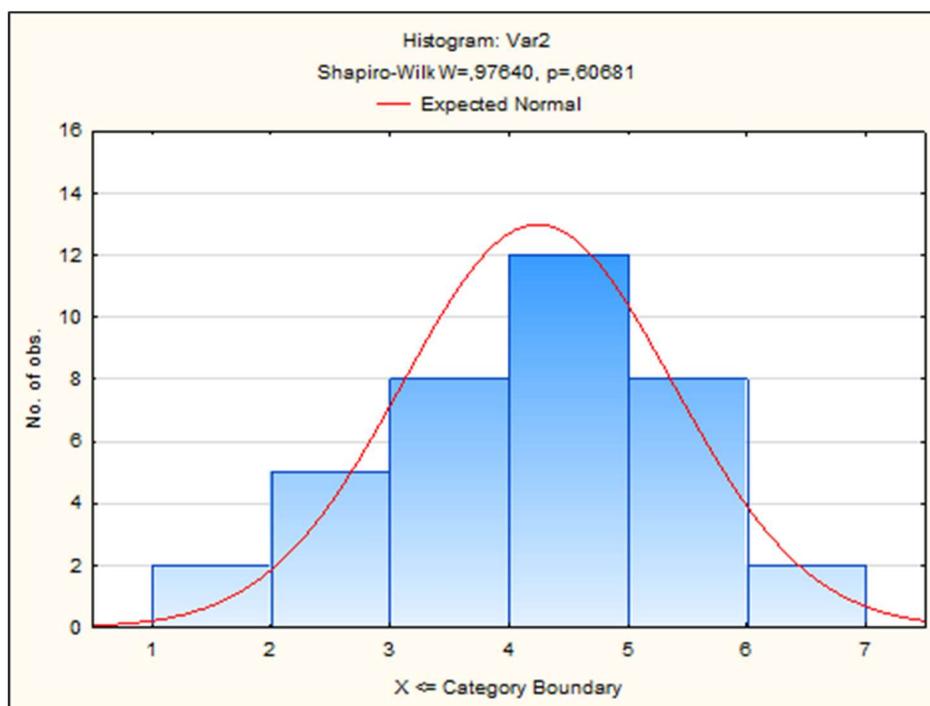
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo con estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.24199$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Post-test

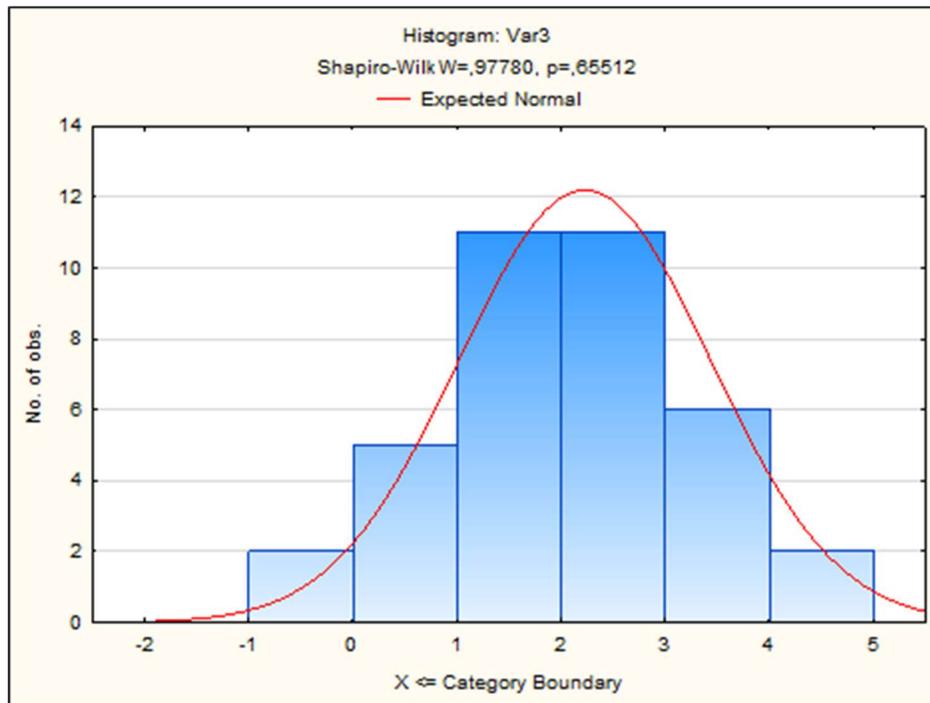
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo con estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.60681$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Diferencia "D" (post-test menos pre-test)

Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo con estrategia se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.65512$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

De ahí que podemos observar que siempre presentan normalidad los resultados que se obtuvieron para el pre-test, post-test y diferencia (post-test menos pre-test) para el grupo con estrategia, lo que nos permite utilizar métodos estadísticos paramétricos.

Comparación de los resultados del pre-test entre los grupos con y sin estrategia.

Debido a que tanto el grupo sin estrategia como con intervención tuvieron un comportamiento normal en la distribución de sus datos del pre-test, se

decidió aplicar la prueba de "t" para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 10.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ no hay diferencias en las calificaciones del pre-test entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las calificaciones del pre-test entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Grupo	Promedio	Desviación estándar	n	t	P
con estrategia	2,0135	1,0374	37	-0,0434	>0.05
sin estrategia	2,061	1,1412	41		

Se puede observar que no hay diferencias entre ambos grupos, lo cual nos indica que ambos poseían el mismo nivel de conocimientos al comenzar el estudio.

Comparación de los resultados del pre-test entre los grupos con y sin estrategia.

Debido a que tanto el grupo sin estrategia como con intervención tuvieron un comportamiento normal en la distribución de sus datos del post-test, se decidió aplicar la prueba de "t" para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 10.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ no hay diferencias en las calificaciones del post-test entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las calificaciones del post-test entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Grupo	Promedio	Desviación estándar	n	t	P
con estrategia	4,2432	1,1357	37	0,30598	>0.05
sin estrategia	3,8963	1,1319	41		

Se puede observar que no hay diferencias entre ambos grupos, lo cual nos indica que ambos poseían el mismo nivel de conocimientos al terminar el estudio.

Comparación de los resultados de la diferencia (post-test menos pre-test) entre los grupos con y sin estrategia.

Debido a que tanto el grupo sin estrategia como con intervención tuvieron un comportamiento normal en la distribución de sus datos de la diferencia (post-test menos pre-test), se decidió aplicar la prueba de "t" para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 10.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ no hay diferencias en las diferencias (post-test menos pre-test) entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

Ha: Si $p < 0.05$ hay diferencias en las diferencias (post-test menos pre-test) entre el grupo con estrategias y el grupo sin estrategia.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Grupo	Promedio	Desviación estándar	n	t	P
con estrategia	2,2297	1,2096	37	0,2940	>0.05
sin estrategia	1,8354	1,4498	41		

Se puede observar que no hay diferencias entre ambos grupos, lo cual nos indica que ambos obtuvieron el mismo incremento del aprendizaje.

Discusión

Actualmente los profesores construyen sus planeaciones individuales de clase del curso de Biología con base en el programa vigente (plan 07) (DEMS-VD-BUAP, 2018) y a la guía metodológica (DEMS-VD-BUAP, 2020), elaboradas por la Academia General que es un órgano colegiado integrado por los docentes que imparten las diferentes materias del área de Biología dentro del bachillerato universitario; cada profesor realiza su plan de clase, ocupando las actividades dentro de la estrategia que propone la guía sin embargo es libre de proponer nuevas estrategias que en base a sus conocimientos y experiencias dentro de la docencia puedan mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje; el programa está diseñado para desarrollar en el estudiante sus competencias enmarcadas en el Modelo Universitario Minerva (BUAP, 2007), por lo que la propuesta elaborada en este trabajo de tesis, queda enmarcado en dichos lineamientos y se basa completamente en el temario que enfoca el programa.

En la práctica, usualmente los docentes basan sus planeaciones en la guía metodológica, sin embargo, durante la implementación de las estrategias no se logra cubrir las competencias a desarrollar en los alumnos, debido a que aún las actividades presentadas están basadas en la enseñanza tradicional (DEMS-VD-BUAP, 2020), (González, 2014). Esta problemática desarrolla en los alumnos: apatía, desinterés, bajo desempeño y se presenta heterogeneidad en el aprendizaje obtenido, por lo que es necesario se implemente en las planeaciones los saberes (conocer, hacer, ser, convivir) que desarrollen la competencia del tema (García, 2014); la estrategia propuesta implementa actividades que desarrollan los elementos de la competencia, es en sí, un ejemplo de una planeación basada en la competencia no en el sentido tradicional; por otra parte los resultados del trabajo muestran que se logró la homogeneidad del aprendizaje en los estudiantes involucrados en el estudio.

El pensamiento evolucionista idealmente debe enseñarse como una serie de ideas que han cambiado con el tiempo, comenzando con Lamarck, continuado con el pensamiento Darwin-Wallace y concluyendo con la teoría sintética y las posiciones neodarwinistas contemporáneas (Chaves, 2016), (Yoloxochitl & Quintino, 2013), lo que coincide con la estrategia propuesta ya que el estudiante construye, implícitamente etapas cronológicas en el desarrollo de la teoría de la evolución biológica y concluye que la ciencia es cambiante en el tiempo.

Se recomienda distinguir cuáles serán las evidencias que los estudiantes construirán a lo largo del proceso educativo (Ramírez, 2013), estas evidencias son las aportaciones que hacen los alumnos, las pruebas tangibles de que comprenden determinado criterio, son productos o registros del desempeño en relación con la competencia (Iglesias, 2010); el trabajo propuesto dicta que el estudiante debe construir sus productos (matriz de clasificación, mapa mental, mapa conceptual y el ensayo) los cuales le dan claridad sobre su desarrollo, en otras palabras, los resultados indican que los estudiantes alcanzaron un nivel de conocimiento similar al esquema usual, pero la propuesta aplicada aporta las evidencias que representan para el estudiante un logro significativo en su desarrollo educativo.

Es importante que el conocimiento sea significativo, construir las interrelaciones entre el conocimiento aprendido y su uso en el entorno científico (McInerney, 2009), que en el caso de la estrategia propuesta se considera el trabajo del estudiante sobre ejemplos que muestran las necesidades del conocimiento aprendido para desarrollar aplicaciones que explican fenómenos o sucesos observables en el contexto de la ciencia.

Es necesario que los estudiantes comparen sus ideas iniciales con las finales, con el propósito de que comprendan la validez de sus nuevas explicaciones

(Hernández & Ruiz, 2000), lo cual se ve reflejado en los cuestionarios pre-test y post-test de la estrategia, generando en el estudiante la certeza de haber adquirido conocimiento y que se ha logrado un pensamiento crítico y reflexivo sobre el tema.

Conclusiones

Al aplicar la estrategia propuesta, los estudiantes lograron la apropiación requerida de los contenidos disciplinarios del tema, los resultados reflejan que se alcanzó un nivel de conocimiento y un incremento en el aprendizaje similares que en el esquema tradicional, solo que además, se obtuvieron evidencias para valorar los niveles de desempeño en base a la competencia.

La estrategia desarrollada fue diseñada en base al plan de estudios, adecuándose al desarrollo de la competencia requerida. La metodología de la estrategia propuesta se puede implementar a otros temas del programa.

Los resultados obtenidos contribuyen al desarrollo de la planeación orientada a competencias del programa vigente, sin embargo, es necesario considerar que las condiciones de estudio fueron modificadas por la contingencia ocasionada por la pandemia.

Referencias

1. Antonelli, V., López, C., & Greizerstein. (2019). Enseñar Evolución una carrera con obstáculos. *Tesis*, 37.
2. APOED. (2021). *Estudio sociodemográfico de la preparatoria Alfonso Calderón Moreno BUAP*. Puebla: BUAP.
3. Araujo, L., & Roa, A. (2011). Enseñanza de la Evolución Biológica una mirada al estado del conocimiento. *Bio-grafia: escritos sobre Biología y su enseñanza.*, 15-35.
4. BUAP. (2007). *Documento de integración*. Puebla: BUAP.
5. Chaves, M. G. (2016). La enseñanza de la evolución biológica desde la historia y la filosofía de la biología: aportes a la formación continua del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 978-983.
6. Dalmás, D., & Grilli, S. J. (2016). Publicidad y concepciones de la evolución biológica. Ciencia, cotidianidad y educación para la ciudadanía. *Experiencias educativas*, 100-111.
7. DEMS-VD-BUAP. (2018). *Programa de la asignatura de Biología II: del hombre a la biosfera*. Puebla: BUAP.
8. DEMS-VD-BUAP. (2020). *Guía metodológica de Biología II: Del hombre a la Biosfera*. Puebla: BUAP.
9. Díaz Barriga, A. F. (2010). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. México: Mc Graw Hill.
10. García, F. L. (2014). *Aprendizaje y vida*. México: Pearson.
11. González, O. (2014). La Enseñabilidad de la Evolución en la institución educativa académico de Guadalajara de Buga. *Tesis*, 1-132.
12. Guerra, M. (2009). *La evolución en las aulas*. Argentina: Manuales escolares argentinos.
13. Gutiérrez, A. (2004). La evolución en el aula: una síntesis reduccionista. *Investigación en la escuela*, 45-55.
14. Hernández, R. M., & Ruiz, G. R. (2000). Kuhn y el aprendizaje del evolucionismo Biológico. *Perfiles educativos*, 92-114.
15. Hernández, R., Álvarez, P., & Ruiz, G. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *teorema*, 107-121.
16. Iglesias, M. R. (2010). *Cómo evaluar el Dominio de las Competencias*. México: trillas.
17. Lázaro, P. R. (2013). *Psicología del adolescente y su entorno*. Madrid, España: Mayo.
18. López, T. A. (2010). *Didáctica de la Biología III*. México: UNAM-FESI.

19. McInerney, J. (2009). La enseñanza de la evolución siglo y medio después de El origen de las especies. *Ciencia en el aula*, 76-83.
20. Monereo, C. (2015). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Barcelona: Grao.
21. Mota, J. E. (2008). *ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común*. México Distrito Federal: Secretaría de Educación Pública-Diario oficial.
22. Paz, R. V., & Martínez, H. (2019). Los contenidos de la teoría de la evolución biológica en secundaria y su manejo conceptual de los docentes en México. *Bio-grafía*, 407-417.
23. Pérez, G., & González, G. (2015). Una propuesta de enseñanza sobre la evolución biológica. *IV Jornadas de enseñanza e investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Ensenada, Argentina: Memoria Académica.
24. Pimienta, P. J. (2012). *Estrategias de Enseñanza-Aprendizaje*. México: Pearson.
25. Ramírez, A. M. (2013). *Guía para el Desarrollo de Competencias Docentes*. México: trillas.
26. Ramos, V. M. (2014). *Biología*. México: BookMart México.
27. Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. *Proyecto Mesesup*, (pág. 16). Talca.
28. Yoloxochitl, M., & Quintino, S. (2013). El cuento como estrategia didáctica para la enseñanza de las teorías de la evolución de Lamarck y Darwin Wallace a nivel Medio superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 88-105.

Anexo I

Grupo con estrategia				Grupo sin estrategia			
Alumno	Pre-test	Post-test	Diferencia	Alumno	Pre-test	Post-test	Diferencia
1	1,5	4,25	2,75	1	1	3,75	2,75
2	4	7	3	2	2,5	2	-0,5
3	1,5	6,25	4,75	3	1,5	4	2,5
4	3,5	4	0,5	4	3	5,75	2,75
5	0,5	3,5	3	5	0	5	5
6	0	4,25	4,25	6	3	2,25	-0,75
7	1	3,25	2,25	7	4	4	0
8	2	5,25	3,25	8	4,5	3,5	-1
9	1	4	3	9	2,5	3,5	1
10	2	4,5	2,5	10	1,5	5,75	4,25
11	0,5	4,25	3,75	11	0	1,75	1,75
12	2,5	4,25	1,75	12	2	3,5	1,5
13	3	3,25	0,25	13	1,5	3,75	2,25
14	1	4,25	3,25	14	5	4,5	-0,5
15	1	3	2	15	1	4	3
16	0,5	3,25	2,75	16	0,5	1,75	1,25
17	1,5	3	1,5	17	4	4,25	0,25
18	1	3,5	2,5	18	1	2,25	1,25
19	3,5	5,25	1,75	19	4	4,75	0,75
20	2,5	3	0,5	20	1,5	3,25	1,75
21	4	5,5	1,5	21	1	3,5	2,5
22	2	5	3	22	1,5	3,25	1,75
23	3	4,75	1,75	23	2,5	3,75	1,25
24	1,5	5,25	3,75	24	2,5	5,25	2,75
25	2,5	4,5	2	25	2,5	4,25	1,75

26	2	2,75	0,75		26	1,5	4,25	2,75
27	3,5	5,5	2		27	3	4	1
28	3,5	5,5	2		28	1,5	4	2,5
29	2,5	5,25	2,75		29	3	4,25	1,25
30	1,5	5,25	3,75		30	2	3,25	1,25
31	2	2	0		31	0,5	5,5	5
32	2,5	4,5	2		32	2	5	3
33	1	4,25	3,25		33	1,5	4,75	3,25
34	2	2,75	0,75		34	2	2,25	0,25
35	2,5	5	2,5		35	2	5,5	3,5
36	2	4	2		36	2	3	1
37	2,5	2	-0,5		37	2	4,25	2,25
					38	1	2	1
					39	2	6	4
					40	2	4,75	2,75
					41	2,5	3,75	1,25

Anexo II

Pre-test

- 1.- ¿Qué es la evolución biológica?
- 2.- ¿El termino fijista a que hace referencia?
- 3.- ¿Qué es la selección natural?
- 4.- Menciona los mecanismos de variabilidad
- 5.- ¿El ambiente es un mecanismo de variabilidad? justifica tu respuesta
- 6.- Describe evidencias de la evolución.
- 7.- ¿La especie humana ha evolucionado? Justifique su respuesta.

Pos-test

- 1.- ¿Qué es la evolución biológica?
- 2.- ¿El termino fijista a que hace referencia?
- 3.- ¿Qué es la selección natural?
- 4.- Menciona los mecanismos de variabilidad
- 5.- ¿El ambiente es un mecanismo de variabilidad? justifica tu respuesta
- 6.- Describe evidencias de la evolución.
- 7.- ¿La especie humana ha evolucionado? Justifique su respuesta.

MADEMS



PLANEACIÓN
Bloque IV. Evolución

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 1

Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología

UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema 1. **EVOLUCIÓN BIOLÓGICA**

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
Definición de evolución biológica	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Reconoce el concepto de evolución biológica.</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Ejemplifica el concepto posterior a la lectura.</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p>	<p>APERTURA 15 min</p> <p>Se presenta el objetivo. Se encuadra el tema preguntando: ¿Qué significa descendiente? y ¿qué es la morfología? Con las aportaciones de los jóvenes se definen los términos.</p> <p>DESARROLLO 30 min</p> <p>Se pide lean el artículo titulado: "Evolución biológica" de forma colaborativa; al finalizar se le pide escribir ejemplos de lo que es y no es, evolución biológica. Se monitorea el trabajo de cada uno.</p> <p>CIERRE 5 min</p> <p>Exposición por parte del docente de algunos de los dibujos.</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Preguntas abiertas</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Ejemplos de evolución biológica.</p> <p>SUMATIVA</p> <p>La actividad se agregará al portafolio, con las correcciones correspondientes</p>

Evolución biológica

La evolución es un proceso que realizan los seres vivos a lo largo del tiempo, mucho, mucho tiempo. Debemos aclarar que los individuos que pertenecen a una población pueden sufrir modificaciones a lo largo de la vida, pero para que podamos hablar de evolución los cambios tienen que ser presentados por todos los individuos de una especie, es decir, el cambio que se presente debe ser en toda la especie para poder ser considerado un proceso evolutivo. Los cambios pueden ser morfológicos, estructurales o genéticos. Estos cambios pueden ser ocasionados por diversos factores como: mutaciones, medio ambiente y recombinación.

Las teorías de cómo han sucedido dichos procesos son diferentes a lo largo de la historia. Entre las más mencionadas tenemos: fijismo, lamarquismo, teoría de la selección natural, teoría sintética de la evolución, Evo- debo, neutralismo y la teoría de la evolución de Frankfurt.

Como en todo proceso científico son requeridas evidencias que nos permita sustentar los cambios evolutivos en los seres vivos; existen evidencias como: los órganos homólogos, los órganos análogos, evidencias bioquímicas y evidencias embriológicas.

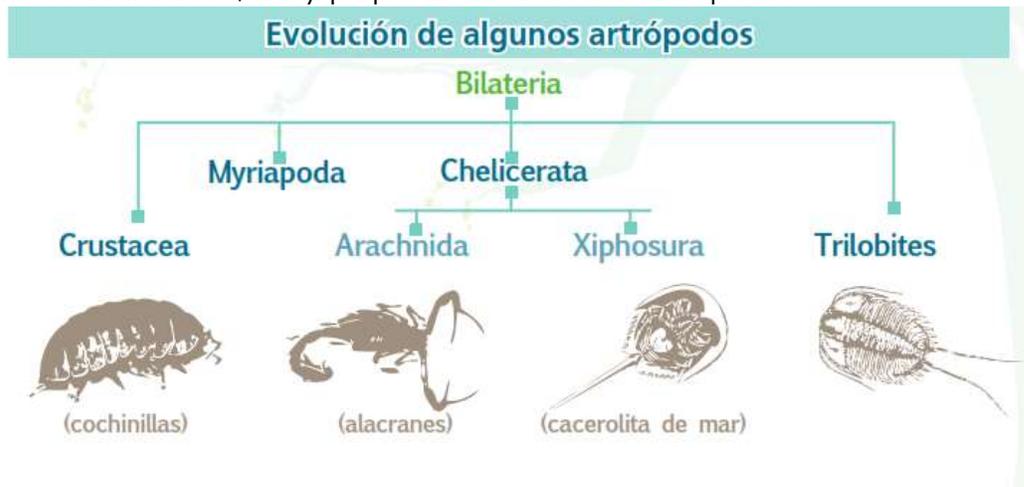
Todo ser vivo está compuesto de células y éstas portan en su interior, más específicamente en el núcleo y mitocondria, material genético, el cual contiene información para las características del ser vivo al que corresponde. A lo largo de la vida del individuo sufre modificaciones que pueden o no estar programadas en su interior, consecuentemente lo ayudarán a permanecer vivo o desaparecer. En caso de que sobreviva podría heredar su información a la siguiente generación, haciendo que sus características permanezcan en la población. Si los cambios sufridos no permiten la adaptación al medio ambiente, sus características no podrán ser heredadas.

El medio ambiente influye sobre el desarrollo del individuo y puede o no influir en el material genético. Las adaptaciones al ambiente permiten que un individuo permanezca y pueda recombinarse, permitiendo que algunas de sus características prevalezcan.

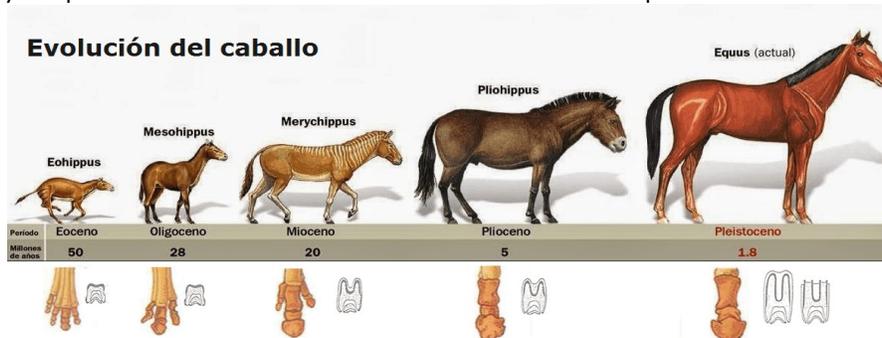
Las mutaciones pueden ser causadas por tóxicos o toxinas: químicas, físicas o biológicas. Las mutaciones pueden ser de tipo génicas o puntuales, cromosómicas o genómicas. Alterando de ligero a severo las características del ser vivo. No todas las mutaciones pueden ser consideradas malas, muchas de ellas dieron paso a la evolución.

La recombinación entre los seres vivos permite que se genere diversidad y de ahí es que tenemos tantas variantes alrededor del mundo, con sus correspondientes especies y subespecies.

Algunos seres vivos de los que se tiene evidencia evolutiva y diversificación de los individuos, muy popular es la de los artrópodos.



Como se puede observar en la imagen. Existe una gran relación entre los trilobites, los alacranes, las cacerolitas de mar y las cochinillas. Otra evidencia de los cambios que sufre una misma especie es la del caballo, ya que como se muestra, este se fue adaptando al ambiente.



Las evidencias fósiles de la existencia de seres vivos diferentes a los que observamos hoy en día, fortalecen la idea de que la adaptación al medio o bien la extinción existen.



MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 2

Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología

UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema 2.

MACROEVOLUCION

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Macroevolución</p>	<p>CONCEPTUALES Distingue las características de la macroevolución.</p> <p>PROCEDIMENTALES Elabora en equipo una matriz de clasificación para diferenciar los conceptos de macroevolución y microevolución.</p>	<p>APERTURA 10 min Se presenta el objetivo. Se pregunta: ¿A qué hace referencia el termino macro? Y ¿Qué es la evolución biológica?</p> <p>DESARROLLO 30 min Se indica que formen equipos de 5 personas y a partir de la lectura de una articulo realicen una matriz de clasificación de macroevolución y microevolución.</p>	<p>DIAGNOSTICA Preguntas abiertas</p> <p>FORMATIVA Participación en la discusión de conceptos y contenidos</p> <p>SUMATIVA Se agrega a portafolio la matriz de clasificación.</p>
<p>Microevolución</p>	<p>ACTITUDINALES Asume una actitud constructiva y congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.</p>	<p>CIERRE 5 min El docente pide la colaboración de los diversos equipos para generar una tabla que permita clasificar y diferenciar a los tipos de evolución, apoyando o rechazando la propuesta de los jóvenes.</p>	

Macroevolución y microevolución

Juan
Francisco
Meraz*

Instituto de Recursos, Universidad del Mar. Ciudad Universitaria s/n Puerto Ángel, Oaxaca, México. C.P. 70902

El estudio de la evolución, como el cambio que produce nuevas formas, nuevas estrategias o nuevas variedades, representa el análisis de diferentes procesos que operan sobre los seres vivos, desde la selección natural hasta los cambios genéticos. Los procesos evolutivos reconocidos son adaptación (la eficiencia con la que un organismo se desempeña, principalmente para sobrevivir y reproducirse), especiación (la aparición de nuevas especies) y extinción (desaparición de especies).

Los análisis o perspectivas de acercamiento en la evolución se dan en diferentes niveles de análisis, lo que lleva a diferencias, a veces grandes, en las formas de interpretar el cambio evolutivo.

La macroevolución toma lugar por el proceso de selección natural, es decir la reproducción diferencial de los individuos, y la mejora adaptativa sobre un periodo de tiempo muy grande. Este tipo de evolución tiene como fundamento interpretar la aparición de nuevas especies o grupos grandes, así como también las extinciones en masa, con la subsecuente proliferación de nuevos grupos. Desde esta perspectiva, el proceso aleatorio entre la cladogénesis, formación de nuevos linajes evolutivos, y la extinción debiera tener importantes consecuencias al nivel macroevolutivo.

Por ejemplo, los cambios en las características de los mamíferos a partir de sus antepasados reptiles, se han dado en etapas graduales, en las que se incluyen grupos intermedios denominados "mamíferos semejantes a reptiles". Esta transición tuvo lugar, de manera general, a partir de reptiles extintos, en una serie de pasos que transitaron desde los pelicosaurios, los terápsidos y los cinodontes, hasta los mamíferos. Así, cuando los mamíferos evolucionaron a partir de un grupo de reptiles debieron sufrir cambios, sobre una gran escala de tiempo, en muchos caracteres. Este es un proceso que se conoce como cambio macroevolutivo.

Este tipo de aproximación para analizar los cambios en grandes grupos de organismos, se conoce como modelo extrapolativo, el cual puede ilustrarse con la detallada evidencia fósil. De igual forma, se ubica en el contexto de la teoría neodarwinista de la macroevolución. Para el caso de los mamíferos, el modelo extrapolativo implica que no existe una simple línea de evolución entre reptiles y mamíferos, donde cada escalón se suma al anterior. Por el contrario, se considera que dentro de cada fase tuvo lugar una radiación hacia varias líneas evolutivas, algunas extintas y otras apuntando hacia formas diferentes a los mamíferos y los reptiles.

Se ha sugerido que el origen de los grupos superiores y las tendencias macroevolutivas en general, pueden ser llevados por procesos no adaptativos, ya sea por la reorganización distintiva del desarrollo o por la selección a niveles superiores a la población. Por ello, el patrón observado en la evolución de los mamíferos no es un modo universal de evolución. Grandes grupos pudieron haber evolucionado por procesos súbitos y no adaptativos.

Por otra parte, la aparición de un nuevo rasgo o característica no significa necesariamente una adaptación para algo. Ejemplo de lo anterior es el hecho de asumir que las plumas evolucionaron como una selecta adaptación para volar en aves ancestrales. Por el contrario, estudios recientes sugieren que inicialmente pudieron servir como una capa para evitar la insolación en pequeños dinosaurios depredadores. Sin embargo, si aceptamos que las plumas sirvieron para mantener la temperatura corporal, no podemos negar que también sirven para volar. Cuando se tiene un rasgo (plumas en este caso), sirviendo para un fin adicional, estamos hablando de exadaptaciones o preadaptaciones.

La macroevolución ha sido principalmente estudiada morfológicamente; ello porque existe más evidencia taxonómica o fósil, en relación a la forma de las estructuras, que para otro tipo de caracteres como fisiológicos o cromosómicos. El registro fósil revela muchos ejemplos de tendencias macroevolutivas, en las cuales un linaje presenta evolución direccional sobre un largo periodo de tiempo.

Los investigadores de la macroevolución han mostrado interés en la relación entre el desarrollo individual (de huevo a adulto, por ejemplo) y la evolución desde los tiempos de Darwin. La macroevolución, vista como la evolución sobre el nivel de especiación, es el centro de una de las grandes discusiones entre los evolucionistas de la actualidad.

En la genética de poblaciones, el neo-darwinismo explica la microevolución como cambios en las frecuencias de las variantes preexistentes; la mayoría de los caracteres muestran variación y el carácter evoluciona en función de la alteración, por selección, de su distribución de frecuencias, de generación en generación, dentro de una población o un deme (subpoblación reproductiva). Desde esta perspectiva, la microevolución se aboca al estudio del cambio en las frecuencias alélicas, o frecuencia de cualquier gen prescrito en una muestra o población. Por esta razón es importante su estudio por medio de la aproximación poblacional, ya que es a este nivel donde tiene sentido la variación en el número de alelos disponibles para pasar a la siguiente generación. Es en este nivel que la selección natural es incontestable en operación, así como la deriva génica y la mutación.

La síntesis moderna se aproxima casi exclusivamente a la evolución mediante este tipo de perspectivas. El reconocimiento de los procesos evolutivos, que forman el corazón de la nueva síntesis, es la adecuada descripción de la evolución tomando lugar en cualquier población mendeliana.

Los procesos microevolutivos, que describen la evolución en una población, no son adecuados en el registro de la evolución de la biota en la tierra. No lo son dado que la evolución de la biota es más que el origen mutacional, y subsecuente sobrevivencia o extinción, de genes en pozas génicas.

Se ha reconocido a la especiación como la división tradicional entre la microevolución y la macroevolución. Este proceso se puede establecer a nivel microevolutivo en muy contados casos como la hibridación en plantas. Dado que mucha de la nueva visión de la especiación sugiere que puede, o no, involucrar a la selección natural. Esto implica que algún tipo de especiación puede resultar de procesos puramente estocásticos.

Desde una perspectiva meramente metodológica, la microevolución se ha visto tradicionalmente como la esfera del genetista y el ecólogo, mientras la macroevolución como la esfera del paleontólogo.

Microevolución y macroevolución son sólo los extremos finales de un continuo, como términos de convergencia, y no hay implicación de que los procesos microevolutivos vienen a detenerse con la especiación sobre periodos de tiempo de millones de años.

La teoría del equilibrio puntuado consiste básicamente en considerar que los cambios evolutivos se dan en periodos de tiempo plumas evolucionaron como una selecta adaptación para volar en aves ancestrales. Por el contrario, estudios recientes sugieren que inicialmente pudieron servir como una capa para evitar la insolación en pequeños dinosaurios depredadores. Sin embargo, si aceptamos que las plumas sirvieron para mantener la temperatura corporal, no podemos negar que también sirven para volar. Cuando se tiene un rasgo (plumas en este caso), sirviendo para un fin adicional, estamos hablando de exadaptaciones o preadaptaciones.

La macroevolución ha sido principalmente estudiada morfológicamente; ello porque existe más evidencia taxonómica o fósil, en relación a la forma de las estructuras, que para otro tipo de caracteres como fisiológicos o cromosómicos. El registro fósil revela muchos ejemplos de tendencias macroevolutivas, en las cuales un linaje presenta evolución direccional sobre un largo periodo de tiempo.

Los investigadores de la macroevolución han mostrado interés en la relación entre el desarrollo individual (de huevo a adulto, por ejemplo) y la evolución desde los tiempos de Darwin. La macroevolución, vista como la evolución sobre el nivel de especiación, es el centro de una de las grandes discusiones entre los evolucionistas de la actualidad.

En la genética de poblaciones, el neo-darwinismo explica la microevolución como cambios en las frecuencias de las variantes preexistentes; la mayoría de los caracteres muestran variación y el carácter evoluciona en función de la alteración, por selección, de su distribución de frecuencias, de generación en generación, dentro de una población o un deme (subpoblación reproductiva). Desde esta perspectiva, la microevolución se aboca al estudio del cambio en las frecuencias alélicas, o frecuencia de cualquier gen prescrito en una muestra o población. Por esta razón es importante su estudio por medio de la aproximación poblacional, ya que es a este nivel donde tiene sentido la variación en el número de alelos disponibles para pasar a la siguiente generación. Es en este nivel que la selección natural es incontestable en operación, así como la deriva génica y la mutación.

La síntesis moderna se aproxima casi exclusivamente a la evolución mediante este tipo de perspectivas. El reconocimiento de los procesos evolutivos, que forman el corazón de la nueva síntesis, es la adecuada descripción de la evolución tomando lugar en cualquier población mendeliana.

Los procesos microevolutivos, que describen la evolución en una población, no son adecuados en el registro de la evolución de la biota en la tierra. No lo son dado que la evolución de la biota es más que el origen mutacional, y subsecuente sobrevivencia o extinción, de genes en pozas génicas.

Se ha reconocido a la especiación como la división tradicional entre la microevolución y la macroevolución. Este proceso se puede establecer a nivel microevolutivo en muy contados casos como la hibridación en plantas. Dado que mucha de la nueva visión de la especiación sugiere que puede, o no, involucrar a la selección natural. Esto implica que algún tipo de especiación puede resultar de procesos puramente estocásticos.

Desde una perspectiva meramente metodológica, la microevolución se ha visto tradicionalmente como la esfera del genetista y el ecólogo, mientras la macroevolución como la esfera del paleontólogo.

Microevolución y macroevolución son sólo los extremos finales de un continuo, como términos de convergencia, y no hay implicación de que los procesos microevolutivos vienen a detenerse con la especiación sobre periodos de tiempo de millones de años.

La teoría del equilibrio puntuado consiste básicamente en considerar que los cambios evolutivos se dan en periodos de tiempo cortos, seguidos de largos periodos de éstasis; sugiere en su forma radical que la evolución a gran escala no sólo es la microevolución extendida en periodos largos de tiempo, sino que además considera a la especiación desacoplada del proceso microevolutivo.

El cambio microevolutivo unidireccional, sobre el corto periodo de tiempo, se vuelve sólo parte del cambio oscilatorio sobre el largo periodo de tiempo. La variación evolutiva, causada por selección direccional oscilatoria, a partir de variaciones en el régimen de lluvias (que es un ejemplo de presión que fluctúa a lo largo de un largo periodo de tiempo), puede ser considerada un modelo de evolución en el periodo largo causado por fluctuaciones climáticas.

La investigación microevolutiva, que enfatiza en la escala espacio-temporal corta, comprende dos elementos; uno relacionado con los factores ecológicos (microecología), y otro con los factores genealógicos (microfilogenia). Mientras la microecología incorpora a la ecología de poblaciones, los aspectos ecológicos de la genética de poblaciones y el análisis de las restricciones filogenéticas de los procesos adaptativos sobre el nivel de población; la microfilogenia emplea las reconstrucciones históricas para responder a cuestiones evolutivas al nivel poblacional. Para ello incluye estudios de la genética de poblaciones al nivel de especiación y el análisis filogenético basado en la información del nivel poblacional.

En el área de la conducta, el tema de la microevolución es relativamente nuevo y está poco desarrollado. El nuevo campo ofrece un puente entre la genética conductual y la ecología evolutiva. Los estudios en esta área son pocos debido a la dificultad de aplicar bioensayos conductuales a grandes números de animales silvestres. Generalmente es imposible observar directamente los cambios producidos por la selección natural a través del tiempo. Sin embargo, el empleo del método comparativo al estudio de la microevolución, resuelve dicho problema. Ejemplo de ello son los estudios realizados, bajo comparación, con varias poblaciones de culebras en zonas geo- gráficamente distintas, notando variación conductual. Este ejemplo es uno de los que han revelado cambio evolutivo a través del tiempo.

Finalmente podemos concluir que la aproximación microevolutiva tiene como especial interés la herencia de los rasgos seleccionados, mientras la macroevolución se centra básicamente en la diferenciación de dichos rasgos a lo largo de millones de años.

La evolución no es un proceso, es el resultado de varios procesos difíciles de observar por su larga duración. Cuando nos documentamos del cambio evolutivo, dentro de cualquier grupo de organismos, lo que realmente hemos descubierto es la respuesta de una interacción entre estos procesos.

Referencias

- Darwin, C. 2009. El origen de las especies, Edición Alianza Editorial, México, 544 pp.
- Núñez-Farfán, J. & C. Cordero. 1993. Tópicos de Biología Evolutiva. Centro de Ecología, UNAM, México, 183 pp.
- Núñez-Farfán, J. & L.E. Eguiarte. 1999. La evolución viológica. CONABIO-UNAM, México, 457 pp.
- Hartl D. & A. Clark. 1989. Principles on population genetics, 2a ed. Sinauer, Sunderland, 682 pp.
- Ridley M. 1993. Evolution. Blackwell Scientific Publications, Boston.
- Ridley M. 2004. Evolution. Oxford University Press, Oxford, 458 pp.
- Williams G. C. 1966. Adaptation and Natural Selection. Princeton University Press, Princeton, 32

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 3

Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología

UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema 3. **TEORIAS EVOLUTIVAS**

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Teoría de los caracteres adquiridos</p> <p>Teoría de la selección natural</p> <p>Teoría sintética</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Conoce teorías que hablan sobre la evolución.</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Asocia los conceptos adquiridos con el comportamiento de las poblaciones.</p>	<p>APERTURA 15 min</p> <p>Se presenta el objetivo. Se pregunta: ¿Qué es una teoría científica? Y ¿A qué hace referencia el termino macroevolución?</p> <p>DESARROLLO 75 min</p> <p>Se pide asistan al auto acceso a consultar por internet para buscar información sobre la teoría de los caracteres adquiridos, teoría de la selección natural y teoría neodarwinista. En un tiempo de 30 minutos. Se pide expongan la información de forma voluntaria (10 minutos). Se pide realicen un mapa mental de cada una de las teorías en un tiempo de 35 minutos.</p> <p>CIERRE 10 min</p> <p>El docente expone de manera breve los mapas creados por algunos de los alumnos.</p> <p>Nota: mencionar las teorías: Evo devo y Teoría de la evolución de Frankfurt. Pedir buscar en páginas con terminación: gob, .edu, .org, .unam</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Respuesta a las preguntas</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Búsqueda, análisis y expresión de los nuevos conocimientos</p> <p>SUMATIVA</p> <p>Se agrega a portafolio los mapas mentales para su posterior registro.</p>

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 4

Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema4. MECANISMOS DE VARIABILIDAD

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Recombinación</p> <p>Mutaciones</p> <p>Medio ambiente</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Reconoce los mecanismos de variabilidad</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Elabora un mapa conceptual de los mecanismos de variabilidad</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p>	<p>APERTURA 5 min</p> <p>Se presenta el objetivo. Se pregunta: ¿qué es un mecanismo? y ¿qué es variabilidad? y finalmente ¿qué les dice el termino mecanismo de variabilidad?</p> <p>DESARROLLO 85 min</p> <p>El docente expone sobre los mecanismos de variabilidad y da ejemplos con ayuda de una presentación en power point (duración 30min)</p> <p>Se pide realicen un mapa conceptual de los diferentes mecanismos de variabilidad apoyándose de la exposición y lecturas anteriores. (35 minutos)</p> <p>Al finalizar el tiempo se analizan de forma grupal cada mecanismo. (20 minutos)</p> <p>CIERRE 10 min</p> <p>El docente expone de manera breve los mecanismos, así como ejemplos que ayudan a comprender mejor.</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Resolución de preguntas</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Elaboración de mapa conceptual</p> <p>SUMATIVA</p> <p>El mapa conceptual se agrega al portafolio</p>

RUBRICA PARA EVALUAR UN MAPA CONCEPTUAL

Institución educativa: Preparatoria
Alfonso Calderón Moreno

Asignatura: Biología

Nombre del docente:

Nombre del alumno:

Año/grupo: **Bloque/tema: Evolución biológica**

Fecha: **Autoevaluación:** **Coevaluación:** **Evalúa el profesor:** _____

Nombre de quien evalúa: _____

CRITERIOS	PONDERACIÓN				PUNTAJE
	EXCELENTE (4)	MUY BIEN (3)	BIEN (2)	DEFICIENTE (1)	
Identificación los mecanismos de variabilidad	Identifica los conceptos y tiene varias ramas que se derivan del concepto principal	Identifica los conceptos y tiene algunas ramas que se derivan del concepto principal	Identifica los conceptos y solo muestra dos ramas que se derivan del concepto principal	Identifica solo los conceptos, pero no muestra ramas que se derivan del concepto principal	
Jerarquización de los Mecanismos de mayor a menor inclusividad	Ordena los conceptos del más general al más específico. Y al leer los conceptos con sus relaciones, tienen sentido por sí mismo.	Ordena los conceptos del más general al más específico. Y al leer los conceptos con sus relaciones, tienen poco sentido por sí mismo.	Ordena los conceptos del más general al más específico. Y al leer los conceptos con sus relaciones, no tienen sentido por sí mismo.	No ordena los conceptos del más general al más específico. Y al leer los conceptos con sus relaciones, no tienen sentido por sí mismo.	
Organización de los mecanismos relacionándolos vertical y horizontalmente según el grado de inclusividad	Muestra cada concepto una sola vez, aunque haya relaciones que tengan que marcarse de un extremo a otro de la hoja y se pueden apreciar varias relaciones entre conceptos de manera clara y correcta	Muestra cada concepto una sola vez, aunque haya relaciones que tengan que marcarse de un extremo a otro de la hoja, pero sólo se pueden apreciar algunas relaciones entre conceptos de manera clara y correcta	Muestra cada concepto una sola vez, aunque haya relaciones que tengan que marcarse de un extremo a otro de la hoja, pero no se pueden apreciar relaciones entre conceptos de manera clara y correcta	Muestra cada concepto varias veces, aunque haya relaciones que tengan que marcarse de un extremo a otro de la hoja y no muestra relaciones entre conceptos de manera clara y correcta	
Especificación de conectores y nexos entre los conceptos.	Utiliza líneas para unir los conceptos, y sobre la línea escribe frases o palabras claves que indican la relación existente entre dichos conceptos, haciéndolo en todas las líneas	Utiliza líneas para unir los conceptos, y sobre la línea escribe frases o palabras claves que indican la relación existente entre dichos conceptos, pero no lo hace en todas las líneas	Utiliza líneas para unir los conceptos, pero no escribe frases o palabras claves que indiquen la relación existente entre dichos conceptos,	Solo utiliza algunas líneas para unir los conceptos, y no escribe sobre la líneas frases o palabras claves que indiquen la relación existente entre dichos conceptos,	
TOTAL:					
COMENTARIOS:					

REFERENCIAS:(Garza, 2000) (Núñez Chan, 2002) (Pimienta, Metodología Constructivista. Guía para la planeación docente., 2005

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 5

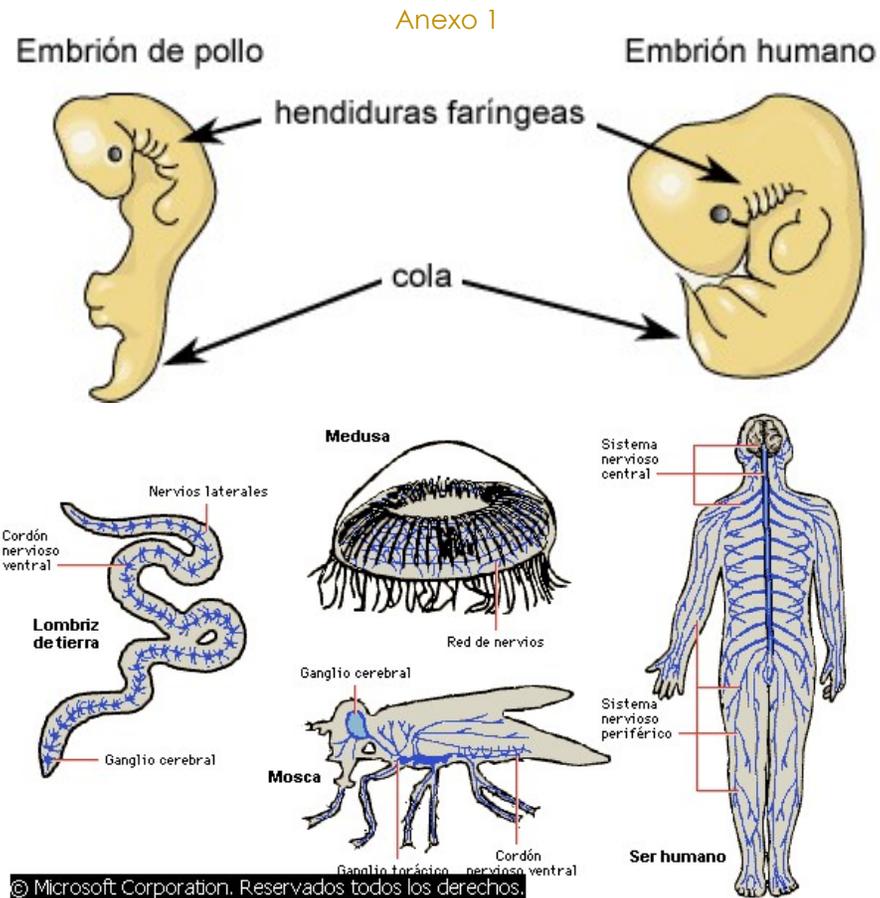
Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

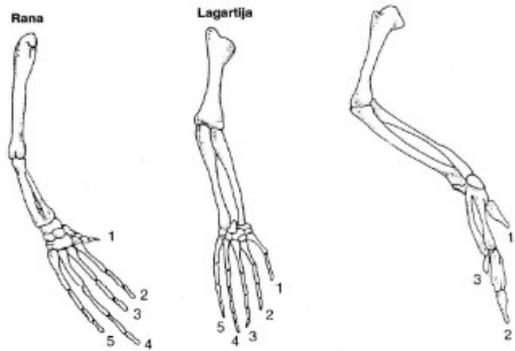
Tema 5. EVIDENCIAS DE LA EVOLUCION

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Evidencias embriológicas</p> <p>Evidencias anatómicas: Homólogos, análogos (vestigiales se mencionan dentro de los anteriores).</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Conoce cada una de las evidencias de la evolución.</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Analiza e investiga sobre los conceptos relacionados a las evidencias.</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.</p>	<p>APERTURA 10 min</p> <p>Se presenta el objetivo. Se pregunta: ¿qué es una evidencia?</p> <p>DESARROLLO 80 min</p> <p>Se les dan una serie de ejercicios y preguntas para que puedan analizar e investigar sobre los conceptos y argumentar sus respuestas. anexo 1</p> <p>CIERRE 7 min</p> <p>El docente expone los términos trabajados.</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Resolución de pregunta</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Interpretación y reconocimiento de los términos aprendidos</p> <p>SUMATIVA</p> <p>Se firma la actividad realizada para su posterior registro</p>



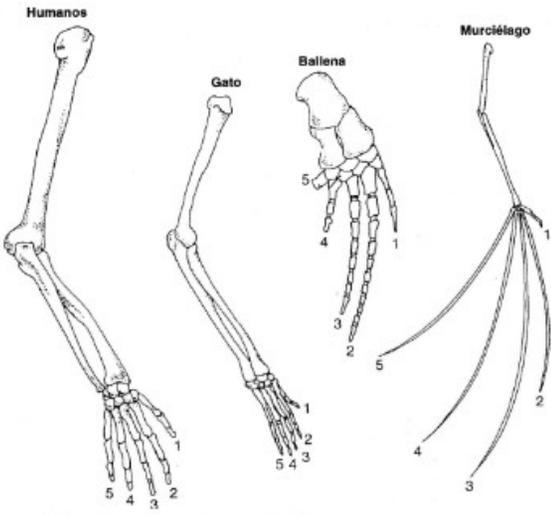
La comparación de embriones de diferentes grupos de vertebrados ha sido considerada una prueba más de la evolución.

1. Escribe los argumentos que crees que usan los evolucionistas para apoyar sus ideas.
2. En base a la segunda imagen. ¿Crees que la embriología comparada puede servir para establecer la noción de un antepasado en común?
3. ¿Por qué?



Evidencias anatómicas: Órganos homólogos, las extremidades de los vertebrados

Investiga el nombre de cada uno de los huesos que constituyen las extremidades delanteras de los vertebrados mostrados en la siguiente imagen. Ilumina de diferente color cada hueso y escribe su nombre.



- 1.
- 2.
- que
- 3.

Observa y responde:

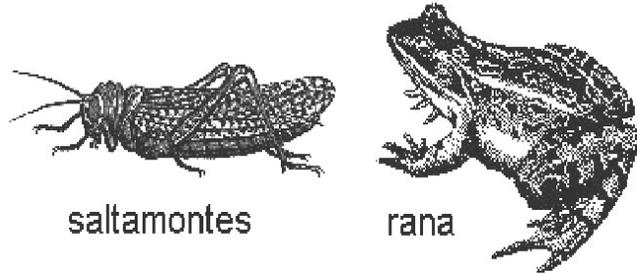
¿Por qué se puede decir que las extremidades de los vertebrados tienen la misma organización?

Describe, a partir del modelo de organización general, las transformaciones resultan de la adaptación al vuelo de los vertebrados.

Formula una hipótesis que explique las semejanzas que has constatado en la organización de las extremidades de los vertebrados.

Evidencias anatómicas: órganos análogos

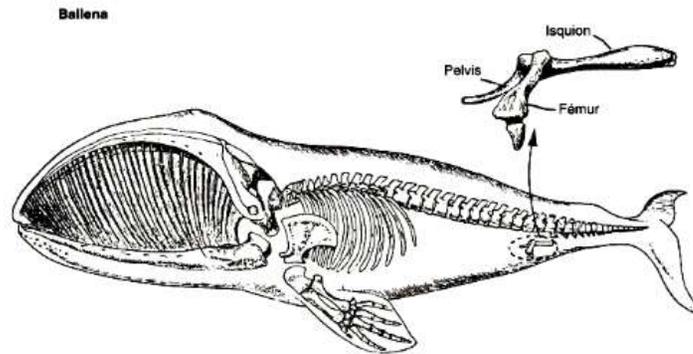
Observa detenidamente los animales de la siguiente imagen.



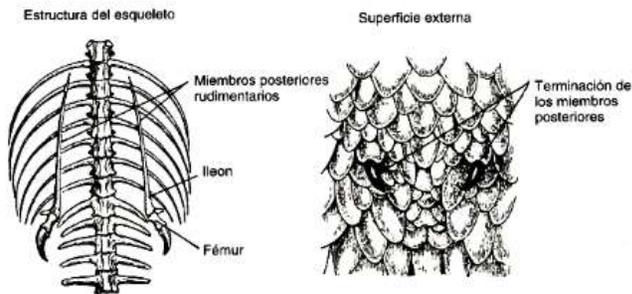
1. ¿Qué tienen en común ambos animales?

2. Si comparas las extremidades traseras de la rana y el saltamontes, ¿podrías decir que tienen la misma función? y ¿tienen el mismo origen? ¿por qué?

3. Haz una investigación documental en tu libreta sobre otros tres órganos análogos e ilústrala con dibujos



Serpiente



Evidencias anatómicas: órganos vestigiales.

1. ¿Qué semejanzas encuentras entre los vestigios de las extremidades posteriores de la ballena y del pitón?

2. Formula una hipótesis para explicar las coincidencias observadas entre estos dos organismos (cuidado de no utilizar argumentos "lamarkistas" en su explicación)

3. ¿Crees que se pueda encontrar una explicación que no implique evolución a la existencia de órganos vestigiales como estos? Razona tu respuesta.

Haz una investigación documental extensa en tu libreta de cuáles son los órganos vestigiales que presenta el ser humano

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 6

Grupo: Salón: 2 Matutino

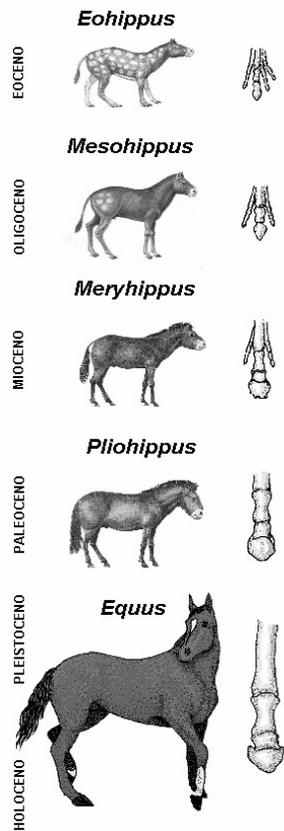
Horario:

Biología

UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema 6. Evidencias de la evolución

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Evidencias paleontológicas</p> <p>Evidencias bioquímicas</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Conoce cada una de las evidencias de la evolución.</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Representa y ejemplifica los términos y niveles tróficos</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p>	<p>APERTURA 10 min</p> <p>Se recuerda el objetivo. Se pregunta: ¿Cuáles son los tipos y evidencias anatómicas? se escriben en el pizarrón (se trata de rescatar información relevante)</p> <p>DESARROLLO 80 min</p> <p>Se les dan una serie de ejercicios y preguntas para que puedan analizar e investigar sobre los conceptos y argumentar sus respuestas. anexo 2</p> <p>CIERRE 7 min</p> <p>El docente expone puntos que resumen el tema de forma breve.</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Resolución de preguntas</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Resolución y análisis de los ejercicios</p> <p>SUMATIVA</p> <p>Se sellan las actividades realizadas</p>



Anexo 2

Evidencias paleontológicas

Razona qué esperaríamos encontrar en el registro fósil si no hubiera cambio, si no hubiera evolución y compara tus reflexiones con el registro fósil que muestran las figuras.

Evidencias bioquímicas.

El citocromo C es una pequeña proteína (aproximadamente de unos 110 aminoácidos) que interviene en el transporte de electrones de la cadena respiratoria de los vegetales y animales. Esta molécula está presente en la mayoría de los organismos.

Se pueden establecer ciertas comparaciones entre la secuencia de aminoácidos correspondientes a especies muy diferentes.

En el siguiente cuadro se presentan las diferencias entre las secuencias de aminoácidos del citocromo C obtenidas de diferentes animales, plantas y microorganismos. Los números se refieren al número de aminoácidos diferentes en el citocromo C de la especie comparada.

	Chimpancé	Oveja	Cascabel	Carpa	Caracol	Polilla	Levadura	Coliflor	Chirivía
Humano	0	10	14	18	29	31	45	44	43
Chimpancé		10	14	18	19	31	44	44	43
Oveja			20	11	24	27	44	46	46
Cascabel				26	28	33	47	45	43
Carpa					26	26	44	47	46
Caracol						28	48	51	50
Polilla							44	44	41
Levadura								47	47
Coliflor									13

1. De acuerdo con el cuadro, el organismo que está evolutivamente más cercano al hombre es _____, con una diferencia de _____ y el más lejano es _____, con una diferencia de 45 aminoácidos en la cadena del citocromo C.

2. ¿Cuál par de especies está más estrechamente relacionada entre sí? ¿Por qué?

- A. Humano – Carpa
- B. Cascabel – Polilla
- C. Levadura - Coliflor
- D. Oveja – Chimpancé
- E. Caracol – Chirivía

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

PLANEACIÓN DIDÁCTICA

Profesor: _Q.F.B. Yisvy Maday Roque García_

Fecha: febrero de 2018

Sesión: 7

Grupo: Salón: 2 Matutino

Horario:

Biología

UNIDAD IV: Evolución de los seres vivos

Tema 7. **Evolución Humana.**

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACION
<p>Evolución de Los homínidos</p>	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Reconoce las responsabilidades y compromisos que tiene el hombre frente a las diferentes formas de vida.</p> <p>PROCEDIMENTALES</p> <p>Elabora un ensayo sobre la evolución del hombre y argumenta las responsabilidades y compromisos que se tiene con otras formas</p> <p>ACTITUDINALES</p> <p>Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.</p>	<p>APERTURA 10 min</p> <p>Se presenta el objetivo. Se pregunta: ¿El hombre ha sido igual desde su aparición en la tierra?</p> <p>DESARROLLO 85 min</p> <p>Se entrega escrito sobre la evolución del hombre y se pide que correlacionen las responsabilidades y compromisos que se tiene con otras formas de vida.</p> <p>CIERRE 10 min</p> <p>El docente expone de manera breve las responsabilidades humanas.</p>	<p>DIAGNOSTICA</p> <p>Resolución de preguntas</p> <p>FORMATIVA</p> <p>Esquemas y definición de proceso</p> <p>SUMATIVA</p> <p>Se agrega a portafolio el ensayo.</p>

La evolución de los homínidos.

En 1871, Charles Darwin publicó otro libro pionero, *El origen del hombre*. En este libro, sugirió que los humanos evolucionaron a partir de los mismos ancestros, simios africanos, que dieron origen al gorila y al chimpancé. Aunque en ese momento existían pocas pruebas fósiles para apoyar el caso de Darwin, numerosos descubrimientos fósiles realizados desde entonces respaldan fuertemente su hipótesis (figura 1). La evolución humana es la parte de la historia de la evolución que a menudo interesa más a las personas, y también es la parte sobre la que más sabemos. Sigamos el viaje evolutivo que han llevado los humanos, contando la historia cronológicamente. Esta es una historia emocionante y repleta de controversia.



Figura 1.

El rastro de nuestros antepasados. Estas huellas fósiles, hechas en África hace 3.7 millones de años, parecen haber sido dejadas por una madre y su hijo caminando en la playa. Pero estas huellas, conservadas en cenizas volcánicas, no son humanas. Registran el paso de dos individuos del género *Australopithecus*, el grupo del cual evolucionó nuestro género, *Homo*.

1. El camino evolutivo hacia los humanos comienza con el advenimiento de los primates.

El camino evolutivo hacia los simios

La historia de la evolución humana comienza hace unos 65 millones de años, con el resplandor explosivo de un grupo de pequeños mamíferos arbóreos llamado *Archonta*. Estos mamíferos principalmente insectívoros tenían ojos grandes y eran muy probablemente nocturnos (activos por la noche). Su resplandor dio lugar a diferentes tipos de mamíferos, incluidos murciélagos, musarañas de árbol y primates, el orden de los mamíferos que contiene a los humanos.

Los primeros primates

Los primates son mamíferos con dos características distintivas que les permitieron tener éxito en el entorno arbóreo, el medio de los insectívoros:

- a. **Agarre en los dedos de las manos y los pies.** A diferencia de los pies con garras de las musarañas de los árboles y las ardillas, los primates tienen en las manos y los pies agarre que les permiten colgarse de las ramas, aprovechar la comida y, en algunos primates, usar herramientas. El primer dedo en muchos primates es oponible y al menos algunos, si no es que todos, los dígitos tienen uñas.
- b. **Visión binocular.** A diferencia de los ojos de las musarañas y las ardillas, que están colocados a cada lado de la cabeza, para que los dos campos de visión no se superpongan, los ojos de los primates se desplazan hacia adelante en la parte frontal de la cara. Esto produce una superposición de la visión binocular que permite que el cerebro calcule la distancia, que es precisamente importante para un animal que se mueve entre los árboles.

Otros mamíferos tienen visión binocular, pero solo los primates tienen visión binocular y agarre en las manos, lo que los hace particularmente bien adaptados a su entorno. Mientras que los primates primitivos eran en su mayoría insectívoros, su dentición comenzó a cambiar desde la mordida, molares de forma triangular especializados para comer insectos a los molares más planos, cuadrados e incisivos como roedores especializados para comer plantas. Los primates que evolucionaron más tarde también muestran una reducción continua en la longitud del hocico y el número de dientes.

La evolución de los prosimios

Hace unos 40 millones de años, los primeros primates se dividieron en dos grupos: los prosimios y los antropoides. Los prosimios ("antes que los monos") parecían algo así como un cruce entre una ardilla y un gato, y eran comunes en América del Norte, Europa, Asia y África. Hoy en día solo sobreviven algunos prosimios, lémures, loris y tarseros (figura 2). Además de tener dígitos de agarre y visión binocular, los prosimios tienen ojos grandes con mayor agudeza visual. La mayoría de los prosimios son nocturnos, se alimentan de frutas, hojas y flores, y muchos lémures tienen colas largas para equilibrarse.

Figura 2.

Un prosimio. Este tarsiero, un nativo prosimio de Asia tropical, muestra las características de los primates: dedos de manos y pies, así como visión binocular.



El origen de los antropoides

Los antropoides, o primates superiores, incluyen monos, simios y humanos (figura 3). Los antropoides son casi todos diurnos, es decir, activos durante el día, alimentándose principalmente de frutas y hojas. La evolución favoreció muchos cambios en el diseño de los ojos, incluida la visión del color, que fueron adaptaciones al forrajeo diurno. Un cerebro expandido gobierna los sentidos mejorados, y el cráneo forma una porción más grande de la cabeza. Los antropoides, al igual que los relativamente pocos prosimios diurnos, viven en grupos con interacciones sociales complejas. Además, los antropoides tienden a cuidar a sus crías durante períodos prolongados, lo que permite una larga niñez de aprendizaje y desarrollo del cerebro.

Los primeros antropoides, ahora extintos, se cree que evolucionaron en África. Sus descendientes directos son un grupo de primates muy exitoso, los monos.

Los monos del nuevo mundo. Hace unos 30 millones de años, algunos antropoides migraron a América del Sur, donde evolucionaron de forma aislada. Sus descendientes, conocidos como los monos del Nuevo Mundo, son fáciles de identificar: todos son arbóreos, tienen las narices extendidas y muchos de ellos agarran objetos con largas colas prensiles (figura 4a).

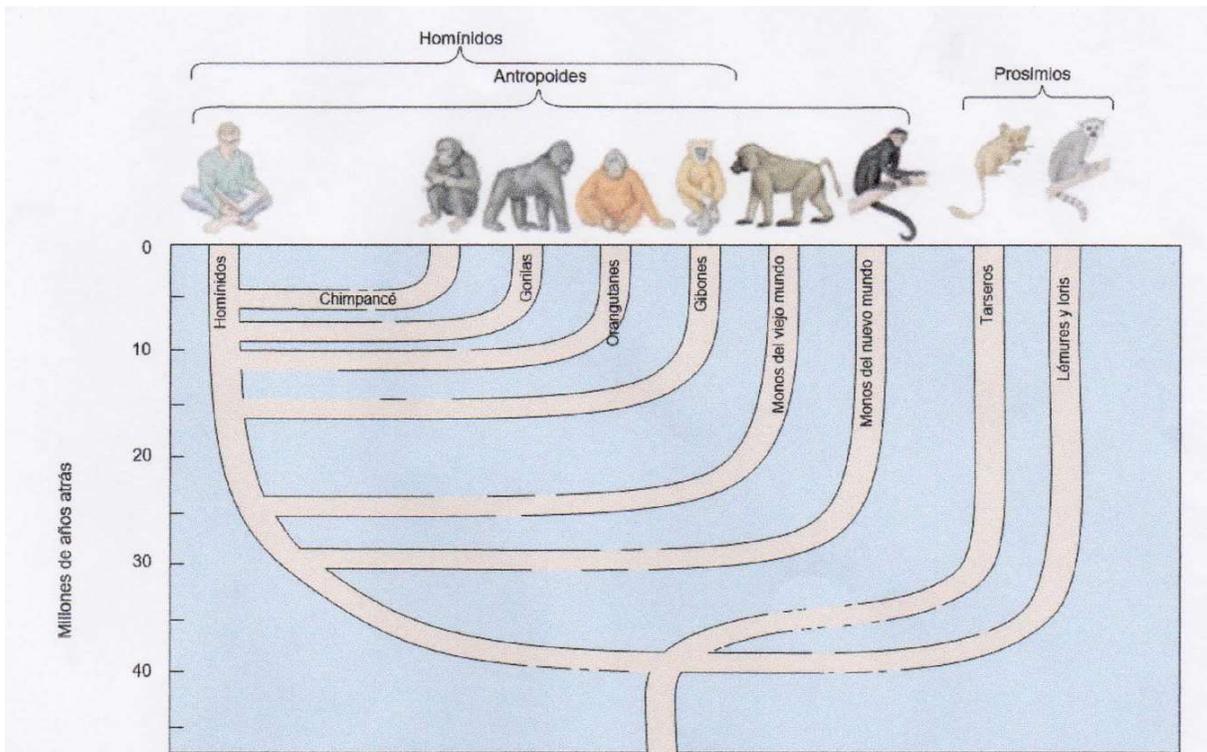


FIGURA 3. Un árbol evolutivo de primates. Los primates más antiguos son los prosimios, mientras que los homínidos fueron los más recientes en evolucionar.

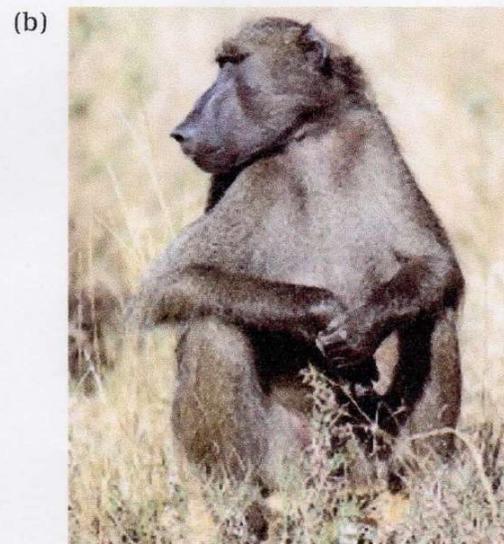
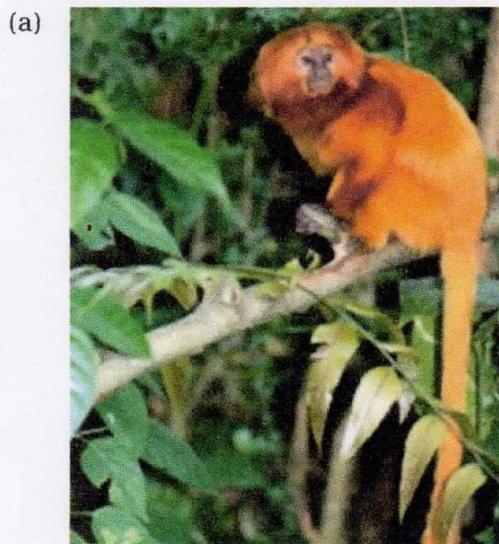


Figura 4.

Monos nuevos y antiguos. (a) Los monos del Nuevo Mundo, como este tití león dorado, son arbóreos y muchos tienen colas prensiles. (b) Los monos del Viejo Mundo carecen de colas prensiles, y muchos son moradores del suelo.

Monos del viejo mundo. Hace unos 25 millones de años, los antropoides que permanecieron en África se dividieron en dos linajes: uno dio origen a los monos del Viejo Mundo y el otro dio origen a los homínidos. Los monos del Viejo Mundo incluyen especies terrestres y arbóreas. Ninguno de los monos del Viejo Mundo tiene colas prensiles. Sus fosas nasales están muy juntas, sus narices apuntan hacia abajo, y algunas tienen almohadillas de piel endurecidas para sentarse por más tiempo (figura 4b).

Cómo evolucionaron los simios

El otro linaje antropoide africano es el de los **homínidos**, que incluye a los simios y los homínidos (humanos y sus ancestros directos). Los simios vivientes consisten en el gibón (género *Hylobates*), el orangután (*Pongo*), el gorila (*gorilla*) y el chimpancé (*Pan*) (figura 5). Los simios tienen cerebros más grandes que los monos y carecen de colas. Con la excepción del gibón, que es pequeño, todos los simios vivos son más grandes que cualquier mono. Los simios exhiben la conducta más adaptable de cualquier mamífero excepto los seres humanos. Una vez extendidos en África y Asia, los simios son raros hoy en día, viven en áreas relativamente pequeñas. Ningún simio ha ocurrido en América del Norte o del Sur.

El primer hominoide

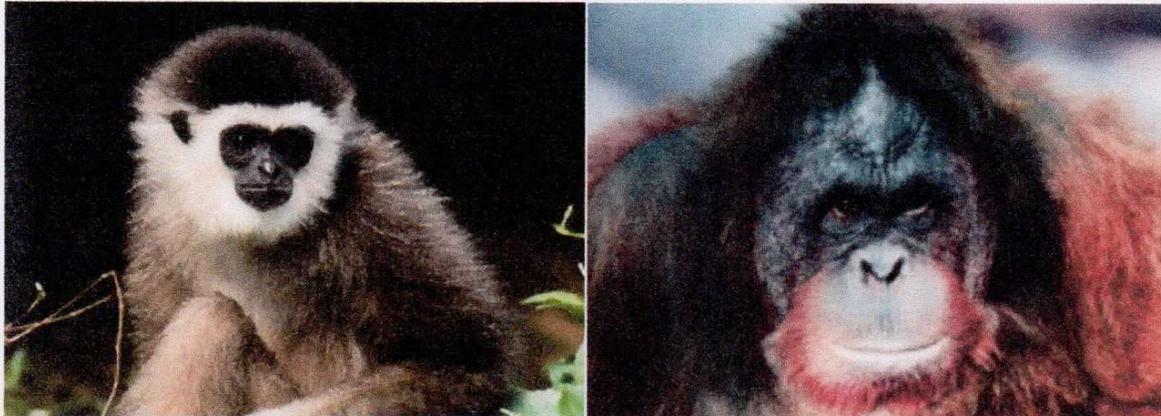
Existe una considerable controversia sobre la identidad del primer hominoide. Durante la década de 1980, se creía comúnmente que el ancestro común de simios y homínidos era un simio del Mioceno tardío que vivió hace 5 a 10 millones de años. En 1932, un candidato fósil, una mandíbula con dientes de 8 millones de años, fue desenterrado en la India. Se llamaba *Ramapithecus* (después de la deidad Hindi Rama). Sin embargo, estos fósiles nunca se han encontrado en África, y fósiles más completos descubiertos en 1981 dejó en claro que *Ramapithecus* está de hecho estrechamente relacionado con el orangután. La atención ahora se ha desplazado a un simio del Mioceno anterior, el *Procónsul*, que tiene muchas de las características de los monos del Viejo Mundo, pero carece de cola y tiene manos, pies y pelvis semejantes a los simios. Sin embargo, debido a que se han recuperado muy pocos fósiles del período de hace 5 a 10 millones de años, aún no es posible identificar con certeza al primer ancestro homínido.

¿Qué mono es nuestro pariente más cercano?

Los estudios del ADN de los simios han explicado mucho sobre cómo evolucionaron los monos vivos. Los simios asiáticos evolucionaron primero. La línea de simios que conducen a los gibones divergió de otros simios hace unos 15 millones de años, mientras que los orangutanes se separaron hace 10 millones de años (ver figura 3). Ninguno de los dos está estrechamente relacionado con los humanos.

Los simios africanos evolucionaron más recientemente, hace entre 6 y 10 millones de años. Estos simios son los parientes vivos más cercanos a los humanos; algunos taxonomistas

incluso han abogado por colocar a los humanos y los simios africanos en la misma familia zoológica, los Homínidae. Los fósiles de los homínidos más antiguos, sugieren que el ancestro común de los homínidos se parecía más a un chimpancé que a un gorila. Con base en las diferencias genéticas, los científicos estiman que los gorilas divergieron de la línea que conduce a los chimpancés y los humanos hace unos 8 millones de años.



(a)

(b)



(c)

(d)

Figura 5. Los simios vivos (a) Mueller gibbon, *Hylobates muelleri*. (b) Orangután, *Pongo pygmaeus*. (c) Gorila, *gorilla gorilla*. (d) Chimpancé, *Pan troglodytes*.

Algún tiempo después de que el linaje de los gorilas se separara, el ancestro común de todos los homínidos se separó de la línea de los chimpancés para comenzar el viaje evolutivo que conduce a los humanos. Debido a que esta división fue tan reciente, los genes de humanos y chimpancés no han tenido tiempo de desarrollar muchas diferencias genéticas. Por ejemplo, una molécula de hemoglobina humana difiere de su homólogo de chimpancé en un solo aminoácido. En general, los humanos y los chimpancés exhiben un nivel de similitud genética normalmente encontrada entre especies hermanas estrechamente relacionadas del mismo género.

Comparando simios con homínidos

Se cree que el ancestro común de simios y homínidos fue un escalador arbóreo. Gran parte de la evolución posterior de los hominoides refleja diferentes enfoques de la locomoción. Los homínidos se volvieron **bípedos**, caminaron hacia arriba, a la derecha, mientras que los simios evolucionaron al caminar sobre los nudillos, soportando su peso en la parte posterior de sus dedos (los monos, por el contrario, usan las palmas de sus manos).

Los humanos se alejan de los simios en varias áreas anatómicas relacionadas con la locomoción bípeda (figura 23.6). Debido a que los humanos caminan sobre dos patas, su columna vertebral es más curva que la de un mono, y la médula espinal humana sale del fondo en lugar de la parte posterior del cráneo. La pelvis humana se ha vuelto más ancha y tiene forma de cuenca, con los huesos curvados hacia adelante para centrar el peso del cuerpo sobre las piernas. La cadera, la rodilla y el pie (en los que el dedo gordo del pie humano ya no se extiende hacia los lados) han cambiado de proporciones. Siendo bípedos, los humanos llevan gran parte del peso del cuerpo en las extremidades inferiores, que comprenden entre el 32 y el 38% del peso corporal y son más largas que las extremidades superiores; las extremidades superiores humanas no soportan el peso del cuerpo y constituyen solo del 7 al 9% del peso corporal humano. Los simios africanos caminan a cuatro patas, con los miembros superiores e inferiores soportando el peso del cuerpo; en los gorilas, las extremidades superiores más largas representan del 14 al 16% del peso corporal, las extremidades inferiores algo más cortas alrededor del 18%.

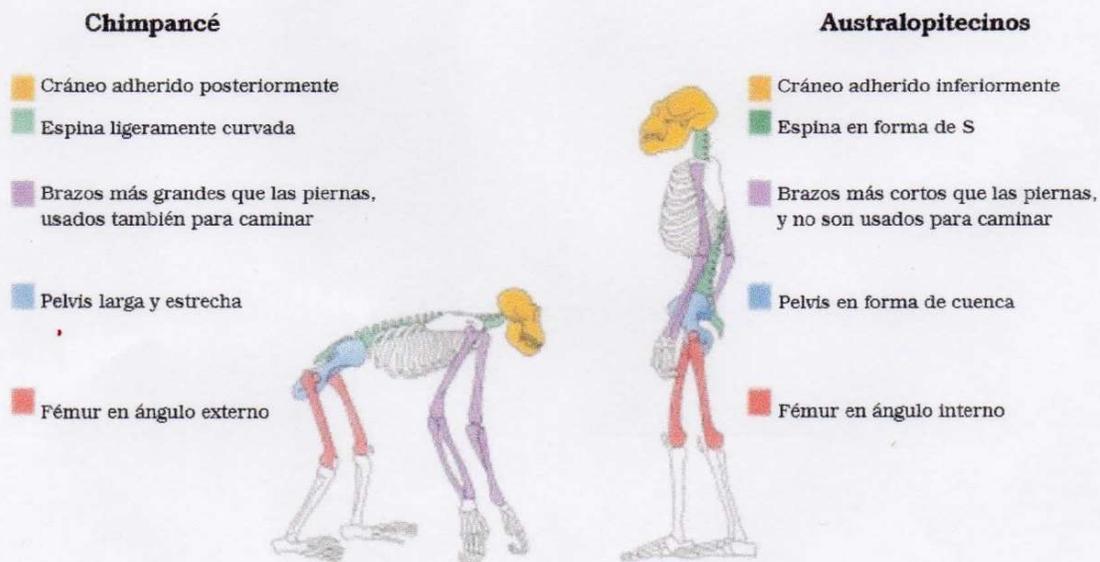


Figura 6. Una comparación de esqueletos de simios y homínidos. Los primeros humanos, como los australopitecinos, pudieron caminar erguidos porque sus brazos eran más cortos, su médula espinal salió de la parte inferior del cráneo, su pelvis tenía forma de cuenca y centraba el peso del cuerpo sobre las piernas, y sus fémures formaban un ángulo hacia adentro, directamente debajo del cuerpo, para soportar su peso.

2. Los primeros homínidos en evolucionar fueron australopitecos.

Un árbol evolutivo con muchas ramas.

Hace entre 5 y 10 millones de años, el clima mundial comenzó a enfriarse, y los grandes bosques de África fueron sustituidos en gran parte por sabanas y bosques abiertos. En respuesta a estos cambios, un nuevo tipo de hominoide estaba evolucionando, uno que era bípedo. Estos nuevos homínidos se clasifican como homínidos, es decir, de la línea humana.

Hay dos grupos principales de homínidos: tres a siete especies del género *Homo* (dependiendo de cómo se cuentan) y siete especies del género más antiguo, de cerebro pequeño, *Australopithecus*. En todos los casos donde los fósiles permiten una determinación, los homínidos son bípedos, caminando erguidos. La locomoción bípeda es el sello de la evolución de los homínidos. Primero hablaremos de *Australopithecus*, y luego de *Homo*.

Descubrimiento de *Australopithecus*

El primer homínido fue descubierto en 1924 por Raymond Dart, profesor de anatomía en Johannesburgo en Sudáfrica. Un día, un minero le trajo un pedazo inusual de roca, en realidad, una mezcla dura como una roca de arena y tierra. El profesor Dart descubrió una calavera diferente a la de cualquier simio que hubiera visto en su vida. Bellamente conservado, el cráneo era de una persona de cinco años, todavía con sus dientes de leche. Si bien el cráneo tenía muchas características simiescas, como una cara que se proyecta y un cerebro pequeño, también tenía características distintivamente humanas, por ejemplo, una mandíbula redondeada a diferencia de la mandíbula puntiaguda de los simios. La posición ventral del foramen magnum (el agujero en la base del cráneo del que emerge la médula espinal) sugiere que la criatura había caminado erguida. Dart concluyó que era un ancestro humano.

Lo que más llamó la atención de Dart fue que la roca en la que estaba incrustado el cráneo había sido recogida cerca de otros fósiles que sugerían que las rocas y sus fósiles tenían varios millones de años de antigüedad. En ese momento, los fósiles más antiguos de homínidos reportados tenían menos de 500,000 años de antigüedad, por lo que la antigüedad de este cráneo fue inesperada y excitante. Los científicos ahora calculan que el cráneo de Dart tiene 2,8 millones de años. Dart llamó a su hallazgo *Australopithecus africanus* (del latín *australo*, que significa "sur" y el griego *pithecus*, que significa "simio"), el simio del sur de África.

En la actualidad, los fósiles están fechados por el proceso relativamente nuevo de datación con fusión de láser de un solo cristal. Un rayo láser funde un único cristal de feldespatos de potasio, liberando gas de argón, que se mide en un espectrómetro de masas de gas. Debido a que el argón en el cristal se ha acumulado a una velocidad conocida, la cantidad liberada revela la edad de la roca y, por lo tanto, de los fósiles cercanos. El margen de error es menor al 1%.



Figura 7. Casi humano. Estos cuatro cráneos, todos fotografiados desde el mismo ángulo, se encuentran entre los mejores especímenes disponibles de la especie clave *Australopithecus*.

Otros tipos de *Australopithecus*

En 1938, un segundo tipo de *Australopithecus* más robusto fue descubierto en Sudáfrica. Llamado *A. robustus*, tenía enormes dientes y mandíbulas. En 1959, en África Oriental, Mary Leakey descubrió un tercer tipo de *Australopithecus*-*A. boisei* (después de Charles Boise, un hombre de negocios nacido en los Estados Unidos que contribuyó a los proyectos de Leakey), que era aún más robusto. Al igual que los otros australopitecos, *A. boisei* era muy viejo, casi 2 millones de años. Apodado "Cascanueces", *A. boisei* tenía una gran cresta ósea (un corte de pelo mohawk de hueso) en la cresta de la cabeza para anclar sus músculos de la mandíbula inmensos (figura 7).

En 1974, el antropólogo Don Johanson fue al remoto desierto Afar de Etiopia en busca de los primeros fósiles humanos y logró el premio gordo. Encontró el esqueleto de australopitecina más completo y mejor conservado que se conoce. Apodado "Lucy", tenía un 40% de esqueleto y tenía más de 3 millones de años. Al esqueleto y otros fósiles similares se les ha asignado el nombre científico *Australopithecus afarensis* (del desierto Afar). La forma de la pelvis indicaba que Lucy era una mujer, y los huesos de sus piernas demostraron que caminaba erguida. Sus dientes eran distintivamente minúsculos, pero su cabeza tenía la forma de un mono, y su cerebro no era más grande que el de un chimpancé, alrededor de 400 centímetros cúbicos, aproximadamente del tamaño de una naranja grande. Desde entonces, se han descubierto más de 300 ejemplares de *A. afarensis*.

En los últimos 10 años, se han reportado tres tipos adicionales de australopitecinos. Estas siete especies proporcionan amplia evidencia de que los australopitecinos eran un grupo diverso, y sin duda los investigadores futuros describirán especies adicionales. La evolución de las hormonas parece haber comenzado con un resplandor inicial de numerosas especies.

Los primeros australopitecinos eran bípedos

Ahora conocemos australopitecinos de cientos de fósiles. La estructura de estos fósiles indica claramente que los australopitecos caminaron erguidos. Estos primeros homínidos pesaban aproximadamente 18 kilogramos y medían aproximadamente 1 metro de altura. Su dentición era claramente homínida, pero sus cerebros no eran más grandes que los de los simios, generalmente de 500 cc o menos. Los *Homo* cerebros, en comparación, son generalmente más grandes que 600 cc; los cerebros de *modern H. sapiens* promedian 1350 cc. Los fósiles de Australopitecinos se han encontrado solamente en África. Aunque todos los fósiles hasta la fecha provienen de sitios en el sur y este de África (excepto por un espécimen de Chad), es probable que vivieran en un área mucho más amplia de África. Solo en el sur y este de África, sin embargo, hay sedimentos de la edad adecuada expuestos a los cazadores de fósiles.

El comienzo del homínido

Evolución

Los orígenes del Bipedalismo

Durante gran parte de este siglo, los biólogos han debatido la secuencia de eventos que condujeron a la evolución de los homínidos. Un elemento clave puede haber sido el bipedalismo. El bipedalismo parece haber evolucionado a medida que nuestros antepasados dejaron bosques densos para ir a pastizales y bosques abiertos (figura 8). Una escuela de pensamiento propone que los cerebros homínidos se agrandaron primero, y luego los homínidos se volvieron bípedos. Otra escuela ve el bipedalismo como un precursor de cerebros más grandes. Aquellos que están a favor de la hipótesis del cerebro especulan que la

inteligencia humana era necesaria para tomar la decisión de caminar erguido y salir de los bosques y llegar a las praderas. Aquellos que están a favor de la hipótesis del bipedalismo primero argumentan que el bipedalismo liberó las extremidades anteriores para fabricar y usar herramientas, favoreciendo la posterior evolución de cerebros más grandes.

Un tesoro oculto de fósiles desenterrados en África ha resuelto el debate. Estos fósiles demuestran que el bipedalismo se remonta a 4 millones de años atrás; las articulaciones de las rodillas, la pelvis y las piernas exhiben todas las características de una postura erguida. La expansión cerebral sustancial, por otro lado, no apareció hasta hace aproximadamente 2 millones de años. En la evolución homínida, caminar erguido claramente precedió a los cerebros grandes.

La evidencia notable de que los primeros homínidos eran bípedos es un conjunto de unas 69 huellas de homínidos halladas en Laetoli, África oriental. Dos individuos, uno más grande que el otro, caminaron erguidos uno al lado del otro durante 27 metros, sus huellas se conservaron en cenizas volcánicas de 3.7 millones de años (ver figura 1). Es importante destacar que el dedo gordo del pie no se extiende a un lado como en un mono o un simio, las huellas fueron claramente hechas por un homínido.

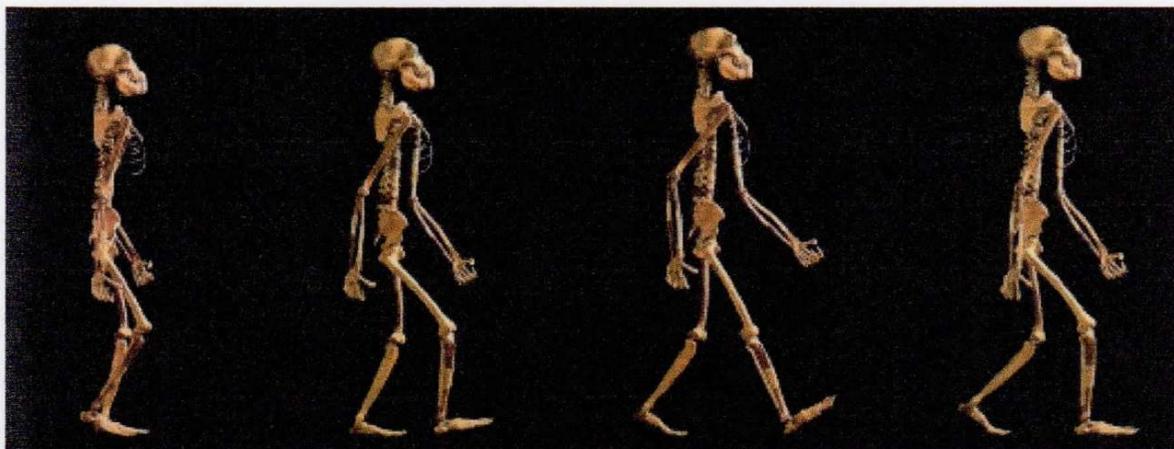


Figura 8. Una reconstrucción de un homínido temprano caminando en posición vertical. Estos esqueletos articulados de yeso, hechos por Owen Lovejoy y sus estudiantes en la Universidad Estatal de Kent, representan a un homínido temprano (*Australopithecus afarensis*) caminando erguido.

La evolución del bipedalismo marca el comienzo de los homínidos. La razón por la cual el bipedalismo evolucionó en los homínidos sigue siendo motivo de controversia. No aparecieron herramientas hasta hace 2,5 millones de años, por lo que la fabricación de herramientas parece una causa poco probable. Las ideas alternativas sugieren que caminar de pie es más rápido y usa menos energía que caminar sobre cuatro patas; que una postura erguida permite a los homínidos recoger la fruta de los árboles y ver el pasto alto; que estar en posición vertical reduce la superficie del cuerpo expuesta a los rayos del sol; que una postura erguida ayudó al vadeo de los homínidos acuáticos, y que el bipedalismo libera a las extremidades anteriores de los machos para llevar los alimentos de vuelta a las hembras, fomentando la unión de pares. Todas estas sugerencias tienen sus defensores, y ninguna es universalmente aceptada. El origen del bipedalismo, el evento clave en la evolución de los homínidos, sigue siendo un misterio.

La raíz del árbol homínido

El homínido más antiguo conocido. En 1994, se descubrió un notable esqueleto fósil casi completo en Etiopía. El esqueleto todavía está siendo cuidadosamente ensamblado, pero parece casi seguro que haya sido bípedo; el foramen magnum, por ejemplo, está situado muy adelante, como en otros homínidos bípedos. Unos 4.4 millones de años, es el homínido más antiguo que se haya descubierto. Es significativamente más simiesco que cualquier australopitecino y, por lo tanto, ha sido asignado a un nuevo género, *Ardipithecus* del idioma local Afar *ardi* para "suelo" y el griego *pithecus* para "simio" (figura 9a).

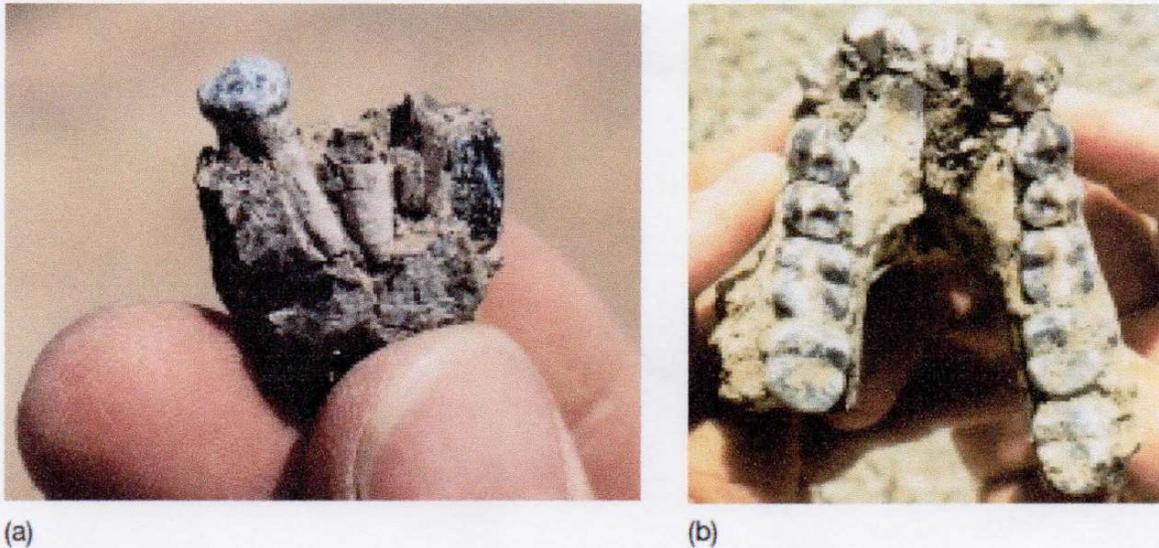


Figura 9. Fósiles homínidos. (a) Nuestro primer ancestro conocido. Un diente de *Ardipithecus ramidus*, descubierto en 1994. El nombre *ramidus* proviene de la palabra latina "raíz", ya que se cree que es la raíz del árbol genealógico de los homínidos. El primer homínido conocido, con 4,4 millones de años, *A. ramidus* era aproximadamente del tamaño de un chimpancé y aparentemente podía caminar erguido. (b) El australopitecino más antiguo. Esta mandíbula fósil del *Australopithecus* tiene aproximadamente 4,2 millones de años, por lo que *A. anamensis* es el australopitecino más antiguo conocido.

El primer Australopitecino. En 1995, fósiles de homínidos de casi la misma edad, 4,2 millones de años, se encontraron en el Valle de Rift en Kenia. Los fósiles son fragmentarios, pero incluyen mandíbulas superiores e inferiores completas, una parte del cráneo, huesos del brazo y un hueso parcial de la pierna. Los fósiles fueron asignados a la especie *Australopithecus anamensis* (figura 9b); *anam* es la palabra Turkana para lago. Se clasificaron en el género *Australopithecus* en lugar de *Ardipithecus* porque los fósiles tienen características bípedas y son mucho menos simiescos que *A. ramidus*. Aunque claramente australopitecino, los fósiles son intermedios en muchos sentidos entre los simios y *A. afarensis*. Desde entonces, se han encontrado numerosos especímenes fragmentados de *A. anamensis*. La mayoría de los investigadores coinciden en que estos individuos ligeramente contruidos de *A. anamensis* representan la verdadera base de nuestro árbol genealógico, los primeros miembros del género *Australopithecus*, y por lo tanto ancestro de *A. afarensis* y todos los demás australopitecinos.

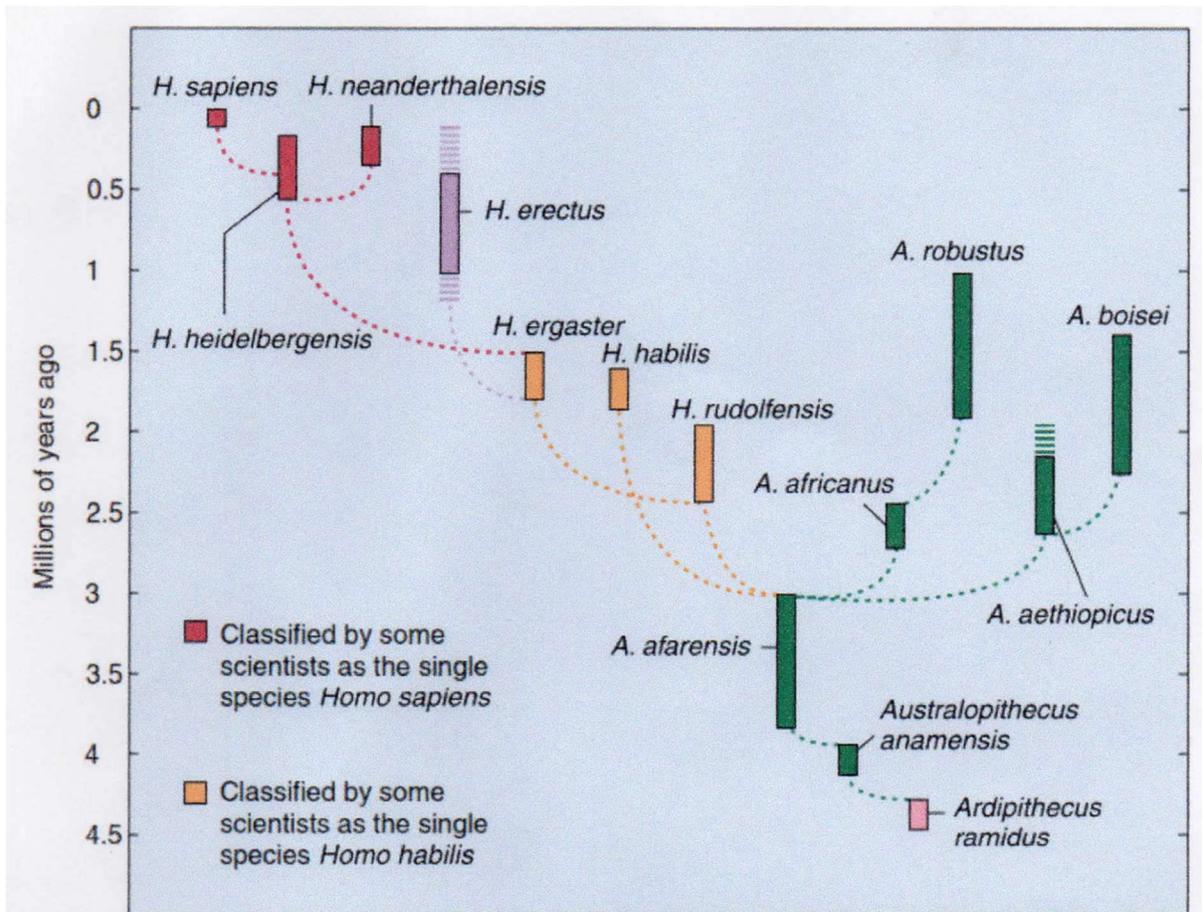


Figura 10. Un árbol evolutivo homínido. En este árbol, el más aceptado, las barras verticales muestran las fechas conocidas de los primeros y últimos aspectos de las especies propuestas; las barras se rompen donde las fechas son inciertas. Seis especies de *Australopithecus* y siete de *Homo* están incluidas.

Diferentes puntos de vista del homínido

Árbol de familia

Los investigadores toman dos enfoques filosóficos diferentes para caracterizar el diverso grupo de fósiles homínidos africanos. Un grupo se centra en elementos comunes en diferentes fósiles y tiende a agrupar fósiles que comparten caracteres clave. Las diferencias entre los fósiles se atribuyen a la diversidad dentro del grupo. Otros investigadores se centran más en las diferencias entre los fósiles de homínidos. Están más inclinados a asignar fósiles que muestran diferencias con diferentes especies. El árbol filogenético homínido en la figura 10 presenta dicha visión. Donde el árbol de los "lumpers" presenta tres especies de *Homo*, por ejemplo, el árbol de los "splitters" presenta no menos de siete! En este punto, no es posible decidir qué vista es la correcta; se necesitan más fósiles para determinar qué parte de las diferencias entre los fósiles representa la variación dentro de las especies y cuánto caracteriza las diferencias entre las especies.