



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**NOMBRE DE LA TESIS**

**PAQUETE DIDÁCTICO DE BIOLOGÍA EVOLUTIVA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**JOSUE MONTES LEAL**

**TUTORES**

**DR EN C. ARTURO CARLOS II BECERRA BRACHO**

**M EN C. ERÉNDIRA ÁLVAREZ PÉREZ**

MÉXICO, D.F.

MAYO, 2010



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.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.	
I.1. Propósitos	4
I.2. Motivos para realizar este manual	4
CAPITULO II. ENTORNO EDUCATIVO	
II.1. La función del docente	6
II.2. Situación de la educación media superior en México	8
II.3. Consideraciones preliminares y ubicación curricular de los temas relacionados con la Biología evolutiva	12
II.4. Ubicación curricular en los planes de estudio del bachillerato	13
CAPITULO III. FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA - DIDÁCTICA	
III.1. El constructivismo	15
III.2. Diferentes modelos empleados en la enseñanza de las Ciencias	21
III.3. Planeación didáctica	22
III.4. Diferentes tipos de contenidos / aprendizajes	24
III.5. Las estrategias didáctica	30
III.6. La evaluación	33
III.7. Las actividades prácticas	36
CAPITULO IV. FUNDAMENTACIÓN DISCIPLINARIA	
IV.1. Introducción histórica	38
IV.2. Evidencias de la evolución	43
IV.3. Teorías evolutivas	49
IV.4. Fuerzas evolutivas	58
CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	
V.1. Planeación de la estrategia didáctica	70
V.2. Referente didácticos que constituyen esta propuesta	72
V.3. Estrategias preinstruccionales y /o actividad focal introductoria	73
V.4. Estrategias coinstruccionales (desarrollo)	78
V.5. Estrategia postinstrucciona (cierre)	115
CAPITULO VI. RESULTADOS	122
CAPITULO VII. CONCLUSIÓN	132
BIBLIOGRAFÍA	134

## INTRODUCCIÓN

En primera instancia señalo la utilidad de emplear estrategias didácticas de enseñanza y de aprendizaje, encaminadas hacia la facilitación de este proceso, para la construcción de los aprendizajes, y específicamente de las propuestas que este trabajo ofrece, así como la importancia de incidir en la comprensión de la Biología evolutiva, a quien va dirigido y en que beneficiará al estudiante de educación media superior.

Existen diferentes enfoques que pretenden explicar la manera como se da el proceso de enseñanza aprendizaje, entre las que destaca el constructivismo, asimismo dentro de este enfoque hay posturas diversas, sin embargo en este trabajo pretendo apegarme a una variante del socioconstructivismo Vigotskiano<sup>1</sup> es decir al propuesto por Bacáicoa<sup>2</sup> y a los postulados de la enseñanza estratégica propuesta por Quesada.<sup>3</sup>

Estas dos, el socioconstructivismo Vigotskiano y la enseñanza estratégica, plantean que para lograr los objetivos en sus postulados, es necesario cumplir con las siguientes intenciones.

- Promoción de aprendizajes significativos.
- Construcción del conocimiento de manera gradual y organizada.
- Promoción de la autorregulación de los estudiantes.
- Y fomento de aprendizajes para el logro de la metacognición.

Cabe mencionar que este Paquete Didáctico, esta diseñado de acuerdo a la definición establecida en el protocolo de equivalencias del Colegio de Ciencias y Humanidades perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México.<sup>4</sup> Y representa un excelente espacio para expresar lo que en esencia me ha sido posible

---

<sup>1</sup> Vigotsky, L.. (1979). Pág. 90 - 134

<sup>2</sup> Bacáicoa. (1996). P.p. 32

<sup>3</sup> Quesada, R. (2006). Pág. 231

<sup>4</sup> Gaceta CCH (2008)

incorporar en mis estructuras mentales, en relación con los conceptos pedagógicos, didácticos y disciplinarios, así como las habilidades y cambios conductuales relacionados con la práctica docente, promovidos durante mi transitar por la Maestría en Docencia en Educación Media Superior (MADEMS).

En este paquete didáctico, explico de manera detallada, en qué consiste la estrategia propuesta, describo todos y cada uno de los recursos, las actividades así como las recomendaciones y procedimientos para llevarlas a cabo. Las interacciones que deben establecerse y distribuyo los tiempos en que se desarrolla la estrategia. He diseñado diferentes instrumentos de evaluación diagnóstica, formativa e integrativa que permiten evidenciar los cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en cada momento del proceso.

Planeo con fines de operatividad, distintos momentos en el desarrollo del proyecto que quedaron organizados de la siguiente manera;

- Diseño de la estrategia que incluye diferentes recursos didácticos: Una lectura guiada, un guión experimental, Ejercicio basado en problemas, entre otros.
- Integración de los diferentes elementos constitutivos del paquete didáctico

Es importante destacar los elementos que integran este paquete didáctico y que fueron considerados durante mi formación en la MADEMS. Elementos como la identificación de los diferentes modelos de enseñanza - aprendizaje, las características de la población sujeto de aprendizaje, las características de la educación en México y principalmente de la educación media superior, la relación de la educación con la sociedad, el desarrollo histórico de la educación, la epistemología de la ciencia. La importancia de los valores éticos en la sociedad promovidos desde la enseñanza, así como nuestra responsabilidad como referentes conductuales, diseño de estrategias docentes, entre otros.

En términos generales este paquete didáctico incluye el empleo de diferentes modelos de enseñanza y de aprendizaje, como los siguientes:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
- Investigación Dirigida.
- Exposición – Discusión.
- Contrastación de modelos.

Asimismo la estrategia diseñada para cumplir con el propósito, incluye los siguientes recursos:

- Una antología.
- Un video guiado.
- Un guión experimental.
- Un ejercicio empleando las nuevas tecnologías de información y comunicación.

• Instrumentos de evaluación para cada uno de los momentos de la estrategia didáctica. Estos instrumentos están diseñados para evaluar los contenidos; declarativos, actitudinales y procedimentales. Entre los que se destacan:

- Un ejercicio ABP.
- Cuadros CQA.
- Diagrama de árbol.
- V de Gowin.
- Rúbrica.
- Bitácora COL.
- Cuestionarios.

## **CAPITULO I.**

### **1.1. Propósitos**

Mi propósito en la elaboración de este paquete didáctico, es facilitar al docente y al estudiante de Biología de educación media superior una apropiación y comprensión más clara del significado e importancia del concepto de Evolución,

Considero de gran valía, insistir en el empleo de los trabajos prácticos experimentales, y su complementación con algunas estrategias pertinentes para elevar la eficiencia del proceso educativo.

Desde esta perspectiva mi propósito es que los saberes y prácticas pedagógicas, didácticas y disciplinarias, enfoquen pertinentemente la comprensión de la Biología evolutiva, contenido que se enseña en la educación media superior, y que representa uno de los ejes disciplinarios curriculares, fundamentales en la enseñanza de la Biología.

Es importante indagar y generar propuestas para el aprendizaje del proceso evolutivo, dado que diferentes autores lo han reconocido como un núcleo problemático de la didáctica de la Biología, debido a la dificultad de enseñarlo y de aprenderlo.

### **1.2. Motivos para realizar este paquete didáctico**

Como producto de mi experiencia docente, me ha sido posible constatar lo que diversas investigaciones han demostrado, que la comprensión del proceso evolutivo como contenido curricular en la enseñanza de la Biología de la educación media superior, es sumamente complejo, y considero que se requiere del diseño de estrategias diversas que permitan la apropiación de este, procurando abarcar la mayor parte de las concepciones existentes en torno al dicho proceso evolutivo, que implica una dimensión espacio - temporal abstracta, que dificulta comprender en nuestro encuadre lo que ocurrió y como ocurrió, en unidades evolutivas de tiempo y espacio, notablemente diferente a las dimensiones de espacio y tiempo que manejamos cotidianamente.

Es de gran importancia que los estudiantes de bachillerato incorporen en su formación el concepto de Evolución, debido a que posiblemente para muchos de ellos será de los últimos acercamientos a este concepto en su formación académica. La importancia de la apropiación de estos aprendizajes se verá reflejada, primero en su formación básica, que lo dotará de mayores herramientas para la interpretación de los fenómenos naturales sujetos a cambio. Asimismo le facilitará interpretar a la Evolución como un proceso por el que los sistemas vivos han cambiado con el tiempo y cuyo resultado es la diversidad de especies que existen en la actualidad. Y adoptará una actitud crítica y científica ante los fenómenos que nos presenta la naturaleza.



## CAPITULO II. ENTORNO EDUCATIVO

### II.1. La función del docente

Toda persona que haya tenido algún acercamiento con la educación, debe reconocer la importancia del docente para ayudar a que los alumnos aprendan. Esto indica firmemente que el docente es el factor más importante, fuera de la casa, que afecta el aprendizaje y el desarrollo del alumno. Los docentes que tienen objetivos claros procuran activamente el aprendizaje y usan métodos eficientes que producen resultados. Esta investigación refuerza la idea de que enseñar y aprender es enormemente complejo, y que los docentes deben tener gran cantidad de conocimientos, comprensión y capacidad,<sup>5</sup> entre otras habilidades, conocimientos y actitudes.

Monereo y Pozo<sup>6</sup> hablan de la importancia de la educación como medio para alcanzar un fin común e individual, y la manera de adecuarla ante los cambios de la modernidad. Reconocen que la función de los docentes ante estos retos de la educación es trascendental, que son fundamentales para la formación de actitudes, y deben ser fomentadores de la curiosidad, incidir en el desarrollo de la autonomía, fomentar el rigor intelectual, entre otras características. En este mismo sentido, discuten la necesidad de analizar el papel que desempeña la educación en el desarrollo de esas funciones, algunas reproducidas de manera innata en la mente humana y otras que precisan de un profundo cambio cognitivo para ser adquiridas

Gómez,<sup>7</sup> considera que “es necesario que el docente ayude a encontrar, organizar y manejar los conocimientos, guiando las mentes más que moldeándolas, manteniéndose muy firme en cuanto a los valores fundamentales que dicta una buena convivencia. Asimismo se compromete a presentar la información en forma de problemática, situándolo en un contexto y poniendo los problemas en perspectiva, de

---

<sup>5</sup> Rugarcía y Delgado. (1985). Pág. 78.

<sup>6</sup> Monereo y Pozo. (2007). Págs. 12-18.

<sup>7</sup> Gómez, R. (2007). Págs. 76-77.

manera que los alumnos puedan establecer el nexo entre su solución y otras interrogantes de mayor alcance,”

Es importante resaltar que es trascendental la acción del docente en etapas en las que el individuo se encuentra en el proceso de formación de la autoimagen, el autoconcepto y la autoestima, dado que esto delinearán su personalidad, ante una sociedad y ciencia tan cambiante. Es necesario mantener programas de actualización continuas, en esa misma medida es necesario empatar la formación pedagógica con la formación disciplinaria, y procurar que los futuros docentes se mantengan en contacto con aquellos más experimentados y con investigadores en activo, además al formar parte del entorno o colectividad, los futuros docentes fortalecen los nexos entre la escuela y la comunidad local.<sup>8</sup>

El carácter profesional de la información del docente requiere la compleja y enriquecedora función de la teoría y la práctica; la ciencia, la técnica y el arte, de la sensibilidad y la razón; de la lógica y la intuición, es decir se imponen no sólo los esquemas teóricos, sino como estrategias de intervención, reflexión y valoración de la propia intervención.<sup>9</sup>

Es importante que los docentes en todo momento cuenten con recursos profesionales que permitan hacer más eficaces sus esfuerzos, debido a que son sometidos a toma de decisiones complejas y diversas de manera constante.

Los alumnos al adquirir instrumentos y técnicas de trabajo favorecen su proceso de aprendizaje, el ejercicio del pensamiento crítico y contribuyen a la interpretación y comprensión de un mundo cauterizado por la existencia de múltiples estímulos informativos.<sup>10</sup>

Asimismo la actitud profesional de los enseñantes se basa en los principios de adaptabilidad y flexibilidad, ya que la actividad docente es compleja, delicada, y

---

<sup>8</sup> Mayr, E. (1998). Págs. 67 – 69.

<sup>9</sup> Vázquez. Et al., (2005). Pág. 35

<sup>10</sup> (Op cit) Hernández y Sancho (1994). Pág. 27.

cambiante, y propicia la reconstrucción crítica de ese conocimiento y su organización racional.

La motivación se hace presente en el aula mediante muy diversos aspectos: el lenguaje y los patrones de interacción entre profesor y alumno, la organización de las actividades académicas, el manejo de los contenidos y tareas, los recursos y apoyos didácticos, las recompensas y las formas de evaluar. Aspectos que sólo con la experiencia y la seguridad del dominio disciplinar es posible llevar.

## II.2. Situación de la educación media superior en México.

Para realizar un análisis de la situación de la educación media superior en el país, creo necesario retomar lo que en el último programa nacional educativo se planteó. En este sentido el Programa Nacional de Educación correspondiente al sexenio 2001 – 2006 <sup>11</sup> fue propuesto partiendo de algunas premisas. El Programa parte en el momento donde México se encuentra plenamente comprometido con los proyectos internacionales de globalización y concretamente del tratado de libre comercio, de aquí que la necesidad imperiosa, sea la de mejorar los procesos productivos y abaratar los costos en mano de obra, y pese a los incrementos en los índices de alfabetización, existe una mayor dependencia financiera del país. De igual manera el nivel de escolaridad representa un certificado de entrenabilidad, que no se traduce en posiciones laborales y salarios altos, es decir, no se garantiza la movilidad social de los individuos.

De tal manera que después de considerar a la educación como el factor potenciador de desarrollo de México, este fortalecimiento del desarrollo de México a través de la educación no se ha cumplido dado que no ha sido posible sacar al país de la condición de atraso, que se ve con una mayor desigualdad social, y que paradójicamente son el resultado de una educación sin calidad, cobertura insuficiente y poca pertinencia. De aquí la necesidad de insistir en los programas de formación docente y el apoyo decidido a la educación nacional. <sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Plan Nacional de Educación (2001-2006), Págs. 27-79

<sup>12</sup> Cuadras, A. (1999) Pág. 7

Una última observación a los programas nacionales de educación, es que en ellos se utilizan en forma reiterativa una serie de conceptos como: calidad, equidad, pertinencia, eficacia, entre otros, los cuales, de acuerdo con Álvarez, (1994) <sup>13</sup> no tiene una definición unívoca y proviene del discurso utilizado en las políticas internacionales, cuyo uso permite legitimar los nexos de dependencia entre las naciones y las desigualdades entre los individuos.

El bachillerato general se concibe como una fase de la educación formal, que es ubicada en la educación media superior, como tal pretende ofrecer una cultura general básica, que incluya aspectos científicos, tecnológicos y humanísticos; proporcionar los conocimientos los método y los lenguajes necesarios para ingresar a estudios superiores y desarrollar habilidades y actitudes esenciales para la realización de una actividad productiva, por lo tanto esta educación debe ser; formativa, propedéutica y debe preparar para el trabajo<sup>14</sup>

Existe una amplia gama de opciones de educación media, dividida en bachilleratos tradicional, generales innovados (CCH y Colegio de Bachilleres), tecnológicos y carreras técnicas

En este contexto ubicamos los pilares de la educación que son propuestos y establecidos por la UNESCO. <sup>15</sup>

- Aprender a conocer.
- Aprender a hacer.
- Aprender a ser.
- Aprender a vivir juntos.
- Aprender a innovar.

---

<sup>13</sup> Álvarez, T. (1994). Pág. 13

<sup>14</sup> (op cit) Pág. 15.

<sup>15</sup> Secretaría de Educación Pública, C G E I y Bilingüe, Agosto de 2005

En estos pilares descansa la orientación curricular que debe seguir la educación media superior, según las políticas nacionales e internacionales consideradas para la educación.

- Desarrollo de habilidades del pensamiento.
- Metodología.
- Valores.
- Educación ambiental.
- Derechos humanos.
- Calidad y Comunicación.

Cada una de estas líneas se amplía de manera pertinente en las diferentes situaciones a las que se enfrenta el alumno para lograr un aprendizaje significativo.

Aproximadamente la población que demanda la educación media superior a nivel nacional es de 2,5 millones de estudiantes,<sup>16</sup> la Universidad Nacional Autónoma de México es la institución educativa con mayor demanda en la educación medio superior, tan solo el Colegio de Ciencias y Humanidades recibe 18 000 jóvenes que representan 7.2 % de los aspirantes a este sistema educativo, el bachillerato universitario recibe a los alumnos que obtienen el más alto puntaje en el examen de selección, más de 90% provienen de escuelas públicas y concluyeron la secundaria en tres años;

Diversas instancias han mencionado que la educación media superior lleva un rumbo definido, aunque estos datos apuntan hacia una trayectoria escolar exitosa, otros indicadores como los presentados en el Plan Nacional de Desarrollo del CCH., 2006 - 2010, muestran un nivel académico que se encuentra aproximadamente en porcentajes cercanos al 90 % debajo de los parámetros esperados,<sup>17</sup> ejemplos de ello son: el bajo promedio (7.0 a 7.9) obtenido por más del 50 % de los alumnos de

---

<sup>16</sup> Instituto de estadística de la UNESCO. (2000), Resumen ejecutivo

<sup>17</sup> D. G. A. P. A., UNAM. Abril (2005). Pág. 3.

la secundaria, su desempeño real en el examen de ingreso (más del 60% obtienen entre 5 y 6 de calificación) así como los bajos resultados obtenidos en los exámenes diagnósticos y un desempeño insuficiente durante el primer semestre.<sup>18</sup>

En este sentido cabe resaltar la propuesta que en materia de formación es sugerida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (OCDE), que a través del proyecto *Programme for Indicators of Student Achievement* (PISA) delinea las competencias que deberán ser promovidas en ciencias en los alumnos de bachillerato, desde un enfoque congruente con la realidad nacional e internacional, sin contraposición con las políticas nacionales e institucionales.

El proyecto PISA enfatiza la capacidad de usar el conocimiento científico y conocer la ciencia. La evaluación de cada una de estas destrezas, nos ayuda a entender hasta qué punto, la educación científica prepara a los futuros ciudadanos, para participar en sociedades más influidas que las actuales, por los avances científicos y tecnológicos. De tal manera se considera que los estudiantes<sup>19</sup>

- Deben estar preparados para la comprensión de la naturaleza de la ciencia, sus procedimientos, sus puntos fuertes y limitaciones,
- Así como los tipos de preguntas a las que puede o no responder.
- También deben saber reconocer los tipos de pruebas que se necesitan en una investigación científica y hasta qué punto pueden extraerse conclusiones correctas a partir de la evidencia. Y
- Comuniquen eficazmente sus conocimientos y argumentos<sup>20</sup>

Es importante rescatar esta visión, ya que considera los problemas y las consecuencias relacionadas, con las áreas de aplicación de la ciencia, y vislumbra la manera como pueden afectarnos como individuos, como miembros de una

---

<sup>18</sup> Plan Nacional de Desarrollo del CCH, UNAM. 2006 – 2010. Pág. 8.

<sup>19</sup> Deldrs, J. (1997). Págs. 156 – 171.

<sup>20</sup> (Op cit) Instituto de estadística de la UNESCO. (2006). Resumen.

comunidad o como ciudadanos del mundo. Además, algunas de las áreas en las que se aplican las ciencias, tienen una larga historia, que muestra los cambios en conocimiento científico a lo largo del tiempo, y ofrece oportunidades para reconocer la aplicación de la ciencia, en contextos que ya no son muy familiares hoy en día.

Las situaciones que se usan para evaluar la formación científica, se caracterizan tanto por la amplia área de aplicación, como por los aspectos de nuestras vidas en los que dichas áreas son relevantes. Sin embargo todos los enfoques se apoyan, de una u otra manera en el desarrollo de competencias, que incluyan desarrollo en el dominio conceptual, actitudes y habilidades.

### II.3 Consideraciones preliminares y ubicación curricular de los temas relacionados con la Biología evolutiva

Es importante señalar, que en el momento del desarrollo cognitivo en el que se encuentran la mayoría de los alumnos de educación media superior, éste se caracteriza por una dificultad en la comprensión de conceptos abstractos,<sup>21</sup> que obstaculizan el apropiamiento significativo del concepto Evolución, asimismo es importante destacar el problema que presentan los alumnos, para reconocer las diferentes teorías propuestas para explicar los procesos evolutivos, así como, los factores y procesos que impulsan los cambios en los organismos, que se traducen en la formación de especies diferentes y por ende de la diversidad. Pero más importante es resaltar la carencia casi nula, en la educación medio superior, de actividades experimentales, diseñadas para facilitar la comprensión del concepto de Evolución, dado que la mayoría de recursos didácticos únicamente se limitan a la elaboración de modelos o bien algunas actividades lúdicas.

Cabe mencionar que aunque las directrices políticas y ejes en los que se sustentan los programas a nivel nacional, están bien precisados en los programas nacionales, también es cierto que cada entidad académica, tiene la libertad y cierta autonomía para rediseñarlos, considerando las necesidades del entorno educativo en la que se aplicará.

---

<sup>21</sup> Palacios, M, y Coll, C. (comps) (2002). Capitulo 16

En este mismo sentido, cada materia, cada asignatura y cada unidad temática, podrá cambiar de acuerdo con las anteriores apreciaciones, de tal forma que el mismo tema, es posible que se observe de manera diferente. Por lo tanto es necesario, si se pretende diseñar cualquier estrategia o recurso que apoye la educación media superior, hacer la siguiente consideración:

#### //.4. Ubicación curricular en los planes de estudio del bachillerato

Tabla 1 y 2: Ubicación curricular de los contenidos, que se pretende abordar mediante el empleo del paquete aquí propuesto. Tomado de los programas de estudio del CCH y de la ENP.

Plan de estudios del CCH. <sup>22</sup>	Plan de estudios de la ENP. <sup>23</sup>
<p><b>Biología II.</b> Correspondiente a 4º semestre</p> <p>Tema 2. La Evolución como proceso que explica la diversidad de los sistemas vivos.</p> <p>Primera unidad. ¿Cómo se explica el origen, la <b>Biología IV</b>, correspondiente al 6º semestre, tercer año</p> <p>Tema 1. Fuerzas evolutivas y sus consecuencias Tercera unidad: ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?</p>	<p><b>Biología IV</b>, correspondiente al 5º año</p> <p>Tema 1.- La Evolución y su papel en la diversidad biológica</p> <p>Cuarta unidad: Evolución de los seres vivos</p>

Existen ciertas coincidencias en cada uno de los planes de estudios, entre los que cabe destacar, la ubicación temporal de este contenido temático, es decir, en ambos planes está ubicado, como una materia obligatoria del núcleo básico, de carácter teórico-práctico y pertenece al área de formación de las Ciencias Naturales.

Aparentemente la estrategia propuesta en este paquete didáctico, bajo las anteriores apreciaciones, podría ser pertinente para ambos programas, sin embargo existen algunos elementos del programa de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), que hacen necesario hacer algunas consideraciones.

<sup>22</sup> Programas de Estudios Actualizados y revisados. Junio de 2003.

<sup>23</sup> Programas de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria. 1996. UNAM



Es decir se tiene que partir de que los programas en ambos sistemas educativos, poseen enfoques diferentes y parten de un modelo educativo diferente, por tal motivo es necesario hacer considerables ajustes para la objetiva aplicación de este paquete didáctico, entre los más importantes está la distribución de los tiempos de ejecución de las tareas y la distribución del trabajo grupal. Debido a los tiempos de clase para las materias de Biología IV y al número de alumnos que conforman a los grupos en esta materia.

En conclusión, es innegable la importancia del docente en el proceso de enseñanza – aprendizaje., así como su dominio disciplinar, pedagógico y didáctico, para contribuir en el desarrollo de habilidades, promoción de actitudes e incorporación de conceptos que le permitan comprender el mundo que les rodea, asumir responsablemente actitudes críticas y propositivas, y en general formar individuos capaces de ofrecer soluciones a problemas que aquejan a nuestra sociedad. Es indudable también la crisis de nuestra educación en todos los niveles, reconocer esto es el primer paso para permitir la propuesta de soluciones, que no necesariamente sean las sugeridas por organismos internacionales. Estas soluciones deben provenir de una profunda reflexión realizada por diferentes sectores de la sociedad, sabedora de la problemática nacional y de las características propias del mexicano.

## **CAPITULO III. FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA**

### III.1 El constructivismo

El Constructivismo en sí mismo tiene muchas variantes en el proceso de aprendizaje, tales como Aprendizaje Generativo, Aprendizaje Cognoscitivo, Aprendizaje basado en Problemas, Aprendizaje por Descubrimiento, Aprendizaje Contextualizado. Independientemente de estas diferentes formas de aprender, el Constructivismo promueve la exploración libre de un estudiante dentro de un marco o de una estructura dada.<sup>24</sup>

La formalización de la teoría del Constructivismo se atribuye generalmente a Jean Piaget, ya que articuló los mecanismos por los cuales el conocimiento es interiorizado por el que aprende. Piaget sugirió que a través de procesos de acomodación y asimilación, los individuos construyen nuevos conocimientos a partir de las experiencias. La asimilación ocurre cuando las experiencias de los individuos se alinean con su representación interna del mundo. Asimilan la nueva experiencia en un marco ya existente. La acomodación es el proceso de remarcar la representación mental del mundo externo para adaptar nuevas experiencias. La acomodación se puede entender como el proceso por el cual el incidente conduce a aprender. Cuando actuamos con la expectativa de que el mundo funciona en una forma y no es cierto, fallamos a menudo. Acomodando esta nueva experiencia y rehaciendo nuestra idea de cómo funciona el mundo, aprendemos de cada experiencia.<sup>25</sup>

Es importante observar que el Constructivismo en sí mismo no sugiere un modelo pedagógico determinado.

Se parte de que el enfoque actual en la educación es el constructivismo, y la mayoría de los docentes, investigadores y/o personas que estamos involucrados en

---

<sup>24</sup> Ormrod, (2003). Pág. 233

<sup>25</sup> Coll, C. (1999). Págs. 15 - 52.

el proceso educativo, partimos de esta premisa, sin embargo es por muchos sabido, que existe una gran desinformación en cuanto a los enfoques teóricos, llevando a un inconsistente constructivismo o a un enfoque desvirtuado del modelo constructivista. Esto aunado a las diferentes corrientes psicológicas del aprendizaje.

Un antecedente filosófico del constructivismo puede enraizarse en Kant, cuyas ideas *a priori*, juicios sintéticos *a priori*, analítica y dialéctica trascendentales reflejan el carácter sistematizador y unificador del espíritu humano.<sup>26</sup>

El constructivismo posmoderno considera que el cerebro no es un mero recipiente donde se depositan las informaciones, sino una entidad que construye la experiencia y el conocimiento, los ordena y da forma. Este es un planteamiento netamente kantiano.

El constructivismo según Carretero,<sup>27</sup> tiene dos vertientes:

- a. La teórica, que pretende la integración de los múltiples enfoque teóricos, que aspiran a explicar qué es el hombre en su conjunto, la universalidad del ser humano.
- b. La personalista, relativa a cada persona concreta, que sólo pretende una versión específica, individualizada, en su caso particular, único e irrepetible.

Básicamente puedo decir que tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En el constructivismo, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción.

¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.

---

<sup>26</sup> Coll, et al., (1990), Pág. 125.

<sup>27</sup> (op cit) Carretero, Mario. (1997). Pág. 45

De acuerdo con Coll.<sup>28</sup> La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza se organizan en torno a tres ideas fundamentales:

”El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje. Es él quien lo construye y nadie puede sustituirle en esa tarea. Ello no debe interpretarse como que él descubre o inventa, sino que es él quien la aprende.

La actividad mental constructiva se aplica en alumnos que ya posee un grado considerable de elaboración, resultado de un proceso social. Continúa sosteniendo que los alumnos construyen o reconstruyen objetos de conocimiento que ya están contruidos, aceptados como saberes y sistematizados en las disciplinas, porque elaboran significados o representaciones mentales personales en esos saberes, de acuerdo con el conocimiento previo que poseen.

La función del profesor se orienta a crear condiciones para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, rica y diversa, llevándolo a que la construcción se acerque de forma progresiva a lo que significan y representan los contenidos como saberes culturales. Su principal función es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. Para ello, juega un papel de suma importancia el conocimiento de los procedimientos o estrategias implicados en el saber aprender.”

Ha existido una pléyada de pensadores de la educación, con rasgos que se enmarcan en la postura constructivista, y que a la postre se alimentan de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales, entre

---

<sup>28</sup> (Op cit) Coll, et al., (1990), Pág. 125

otras. A pesar de que los autores de éstas se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares, otros autores como Maturana, Bateson, fijan claramente su postura en el constructivismo radical, en el cual se pretende ubicar a la corriente sociocultural vigotskiana.<sup>29</sup> Sin embargo basta revisar los postulados de este autor para ubicar pertinentemente su postura. En la cual dicho sea de paso, este trabajo se encuentra ubicado

Un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal. En el desarrollo cultural del individuo, toda función aparece dos veces: primero, a escala social, y más tarde, a escala individual; primero, entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del individuo (intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos». <sup>30</sup>

Otro de los conceptos esenciales en la obra de Vigotsky es el de la *zona de desarrollo próximo*. Según sus propios términos: <sup>31</sup>

“No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz. El estado del desarrollo mental de un niño puede determinarse únicamente si se lleva a cabo una clasificación de sus dos niveles: del nivel real del desarrollo y de la zona de desarrollo potencial”.

A partir de la visión de Vigotsky muchos otros autores han propuesto algunos enfoques interesantes como la propuesta de Bacáicoa <sup>32</sup> el cual sostiene que el

---

<sup>29</sup> Anderson, et al. (2001). Pág. 81.

<sup>30</sup> Vigotsky, (1978), pág. 92-94

<sup>31</sup> (op cit) Págs. 133-134

<sup>32</sup> Bacáicoa, G. (1996). Pág. 27 – 28.

modelo autodenominado socioconstructivista o de la Psicología social genética, concibe que el conocimiento es el resultado de la interacción, centrando su atención en el análisis de los procesos interactivos que dan lugar a un conocimiento personal no individual sino intersubjetivo; desde esta perspectiva, para que se construya un nuevo conocimiento es necesario:

- Una capacidad comunicativa.
- Reconocimiento de que no hay verdades absolutas.
- Una concepción de la verdad basada en el consenso intersubjetivo.

Por oposición al conflicto cognitivo que tiene una dimensión individual, el sociocognitivo adquiere esta dimensión individual solo a través de los progresos que puedan alcanzarse en el seno del grupo de la siguiente manera:

- Coloca frente a frente, puntos de vista distintos.
- Lo fundamental son las coordinaciones interindividuales,
- La novedad de esta teoría es: “La causa que detona todo el proceso”.

Pozo y Monereo <sup>33</sup> sostienen que el constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento: habla de un sujeto cognitivo que aporta, que claramente rebasa a través de su labor constructiva, lo que le ofrece su entorno, lo cual puede hacerse poniendo énfasis en los mecanismos de influencia sociocultural (Vigotsky), socioafectiva de (Wallon) o fundamentalmente intelectuales y endógenas (Piaget).

Existen diferentes teorías, que explican la forma como se incorporan nuevos aprendizajes a las estructuras mentales, diversos autores han establecido que el proceso es multifactorial, de ahí que en coincidencia con Coll citado en Díaz y Hernández, <sup>34</sup> la diversidad de corrientes psicológicas existentes para explicar el proceso de aprendizaje es basta, entre las que cabe destacar a la teoría:

---

<sup>33</sup> Pozo, y Monereo. (1999). Pág. 34.

<sup>34</sup> Díaz y Hernandez. (2002). Pág. 28

Psicogenética de Piaget, la Teoría de los esquemas Cognitivos, la Teoría Ausubeliana de la asimilación y del Aprendizaje significativo, la teoría del procesamiento humano de información, y la psicología sociocultural vigotskiana.

Cada una de estas teorías tienen rasgos y divergencias muy particulares, pero algo que es importante resaltar es la coincidencia que señalan García y Lastiri,<sup>35</sup> su coincidencia en tres elementos fundamentales que las constituyen,

- Un sujeto que aprende
- Un objeto de conocimiento
- Una acción que los vincula y constituye.

En otras palabras, los diferentes autores de estas teorías continúan afirmando que el aprendizaje, es una construcción recíproca sujeto – objeto. Entendiendo que la acción está en el origen de todo conocimiento posible.

Sin menoscabo en la consideración de cada una de las teorías citadas, creo importante destacar las que consideran el enfoque constructivista, pienso que el constructivismo podría nutrirse de cada una de estas posturas teóricas, y enriquecerse para explicar con mayor claridad el proceso de aprendizaje.

---

<sup>35</sup> García, et al., (2000). Pág. 3

### III.2 Diferentes modelos empleados en la enseñanza de las Ciencias

<b>MODELO</b>	<b>Supuestos</b>	<b>Criterios de secuenciación</b>	<b>Actividades de enseñanza</b>	<b>Papel del profesor</b>	<b>Papel del alumno</b>
<b>TRADICIONAL</b>	Compatibilidad con Realismo interpretativo	La lógica de la disciplina como un conjunto de hechos	Transmisión verbal	Proporciona conocimientos verbales	Recibe los conocimientos y los reproduce
<b>ENSEÑANZA POR DESCUBRIMIENTO</b>	Compatibilidad Realismo interpretativo	La metodología científica como lógica de la disciplina	Investigación y descubrimiento	Dirige la investigación	Investiga y busca sus propias respuestas
<b>ENSEÑANZA EXPOSITIVA</b>	Compatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como sistema conceptual	Enseñanza por exposición	Proporciona conocimientos verbales	Recibe conocimientos y los asimila
<b>CONFLICTO COGNITIVO</b>	Compatibilidad Constructivismo	Los conocimientos previos y la lógica de la disciplina	Activación y cambio de conocimientos previos	Plantea los conflictos y guía su solución	Activa sus conocimientos y construye otros nuevos
<b>INVESTIGACIÓN DIRIGIDA</b>	compatibilidad Constructivismo	La lógica de la disciplina como solución de problemas	Enseñanza mediante resolución guiada de problemas	Plantea los problemas y dirige su solución	Construye su conocimiento mediante la investigación
<b>CONTRASTACIÓN DE MODELOS</b>	Independencia o integración jerárquica Constructivismo	Los contenidos disciplinares como medio para acceder a las estructuras conceptuales y modelos	Enseñanza mediante explicación y contrastación de modelos	Proporciona conocimientos explica y guía la contrastación de modelos	Diferencia e integra los distintos tipos de conocimiento y modelos

Tabla 3. Descripción de los rasgos principales de cada uno de los Modelos de enseñanza de la ciencia, tomado de Pozo y Gómez, (2004)<sup>36</sup>, Eggen y Kauchak. (2006)<sup>37</sup>

<sup>36</sup> Pozo y Gómez, (2004). Págs. 240- 250.

<sup>37</sup> Eggen y Kauchak. (2006) Págs. 245- 424



### III.3. Planeación didáctica.

La planeación es un aspecto fundamental para llegar a ser un maestro competente. La planeación instruccional consiste en organizar estrategias para planear las lecciones, necesitan decidir ¿qué? y ¿cómo? van a enseñar antes de hacerlo, aunque algunos momentos maravillosos en la enseñanza se caracterizan por ser espontáneos.

Una planeación tiene como virtud, darnos confianza, servirnos como guías para cubrir los temas mas importantes y evitar que perdamos tiempo en la clase.<sup>38</sup> La denominada revolución cognitiva, que aparece a principios de los cincuenta, plantea soluciones continuistas y poco estructurales. Las aportaciones consisten en un conjunto de métodos débiles, que no poseen una base de conocimiento específico, procedimental, actitudinal y declarativo.

Existen planeaciones y estrategias de diferente tipo que Santrock<sup>39</sup> Las propone de la siguiente manera:

- Planeación de la lección centrada en el maestro.
- Estrategias instruccionales centradas en el maestro.
- Planeación de la lección centrada en el aprendizaje.

Retomando la anterior clasificación, puedo considerar que las estrategias instruccionales centradas en el aprendizaje, sugieren los siguientes aspectos para realizar una planeación objetiva y útil<sup>40</sup>

---

38 Muria Vila. (2002). Pág 3

39 Santrock, J. (2002). Pag.402

40 <sup>(op cit)</sup> Pág. 404

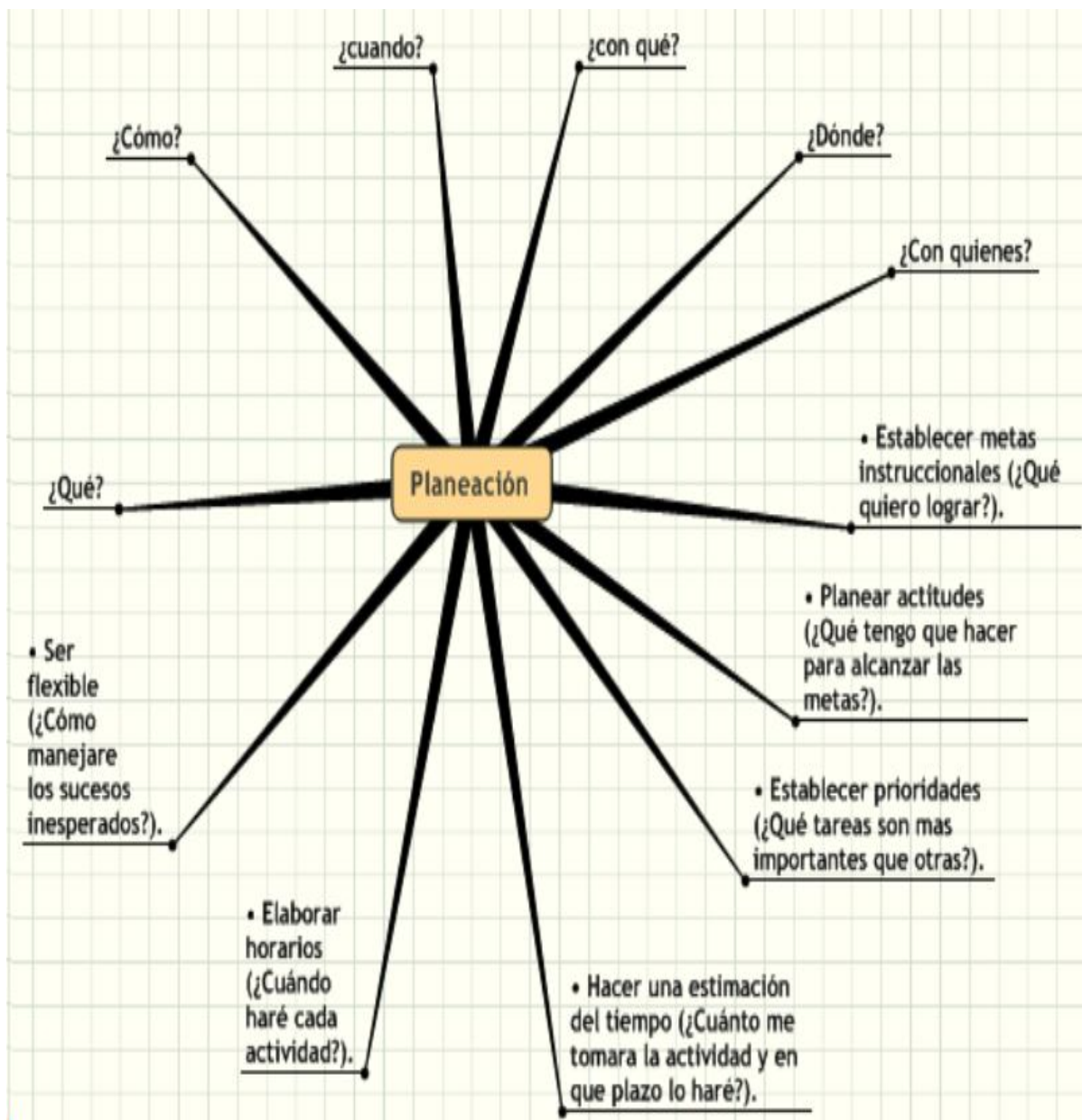


Diagrama 1. Aspectos que se consideran para la realización de una planeación objetiva y útil, tomado de Santrock, J. (2002)

La planeación de una actividad o curso y su desarrollo depende de cómo se le conciba. No es lo mismo un profesor que piensa que su papel es transmitir el conocimiento que otro que concluye que consiste en educar, en otras palabras: un profesor actúa en función de lo que cree y persigue y, por lo tanto, planea en función de su objetivo y lo que piensa pertinente para lograrlo. En términos generales para

Rugarcía (1999) <sup>41</sup> planear la impartición de un curso implica las siguientes tareas consecutivas y recurrentes:

- El establecimiento de los objetivos a lograr. Estos objetivos deben corresponder a un cambio educativo en los alumnos, es decir, los conceptos (fundamentales) que deben comprender, las habilidades a desarrollar y las actitudes a reforzar. Los objetivos deben estar conectados con el perfil de egresado, ser realizables por los alumnos y ser evaluables.
- El establecimiento de las partes, capítulos o temas del curso. Implica revisar la bibliografía disponible para los alumnos y su congruencia con los objetivos y antecedentes de los estudiantes; de preferencia en la mayoría de los cursos universitarios, conviene intercalar lecturas.
- El diseño de actividades para los alumnos de tal manera que logren los objetivos. Este es el ámbito de los métodos, las técnicas y los recursos disponibles. En esta etapa es donde la labor personal del profesor entra más en juego.
- El planteamiento de un sistema de evaluación a lo largo del curso y al final de él que permita observar el logro de los objetivos o, mejor dicho, el grado de educación alcanzada por los alumnos.

#### III.4 Diferentes tipos de contenidos/aprendizajes

Dicho planteamiento parte de la afirmación de que el significado del vocablo conocimiento cambia según el contexto y circunstancias en que se usa. Para los propósitos que me ocupan debo aclarar el significado de la palabra, fundamentalmente desde los puntos de vista filosófico y psicológico que en el ámbito educativo es empleado de manera errónea como contenidos. El conocimiento es según Rakítov <sup>42</sup> *“una forma especial de reflejo de la realidad en el cerebro humano”*

---

<sup>41</sup> Rugarcía, A. (1999). Pág.13

<sup>42</sup> Rakítov, A., (1989). Pág. 57

o bien es un conjunto de saberes conceptuales, procedimentales o y/o actitudinales, que son susceptibles de ser modificados, mediante el proceso de aprendizaje, constituyendo desde este enfoque nuevos aprendizajes.

El contenido, como elemento del planeamiento didáctico y pedagógico se ha puesto de moda en los últimos años, y se ha propuesto un cambio conceptual para ser comprendido como aprendizaje. En torno al concepto *contenido* han surgido diversas posiciones: desde las más extremas, que plantean este elemento como el núcleo y la esencia de las propuestas curriculares, hasta quienes asumen que este elemento no tienen importancia. Para estos últimos, debe propiciarse otro tipo de objetivos, en términos de habilidades y destrezas por lograr, sin interesar los conceptos que se ejercite con ellos.<sup>43</sup>

Existe también, una posición que reconoce la importancia del contenido y que destaca el papel de este elemento, como medio para la ejercitación del proceso de pensamiento y el desarrollo de determinadas habilidades y destrezas.<sup>44</sup>

Varios autores han fijado claramente su postura en torno al concepto de contenidos, y han definidos a estos desde un enfoque constructivista, Coll y Vall. (1992)<sup>45</sup> sostienen que “los contenidos curriculares son el conjunto de saberes o formas culturales cuya asimilación y apropiación por los alumnos y las alumnas se considera esencial para su desarrollo y socialización”.

Esta forma de asumir los contenidos implica que los alumnos y los profesores construyan significados; esto es, dar sentido a lo que aprenden. En otras palabras, se trata de garantizar el logro de un aprendizaje significativo, que posibilitará el desarrollo y la socialización de los alumnos.

El significado de contenido que se emplea en este trabajo es el propuesto por Coll<sup>46</sup>, en el que no sólo se incluye lo que normalmente se conoce como el *saber*, que coincide con el conocimiento conceptual, sino que, además, se incorpora lo que

---

<sup>43</sup> Coll C. (2007) Pág. 20.

<sup>44</sup> Molina, B.,( 1997), Pág. 1

<sup>45</sup> Coll, y Valls. (1992). Pág 25

tiene que ver con el *saber hacer*, o conocimiento procedimental, y el *saber valorar*, que se refiere a las actitudes, valores y normas. Aunque todos estos tipos de contenidos en alguna medida se han trabajado siempre en el aula, sólo suelen explicitarse como tales los que se refieren a la adquisición de conceptos, mientras que los otros dos tipos suelen ocupar, en el diseño curricular, una posición más secundaria, por entenderse que los alumnos pueden adquirirlos por sí mismos a medida que avanza su Evolución mental, sin que parezca necesaria una enseñanza expresa. Frecuentemente se piensa que «saber» implica «saber hacer» y repercute en el «saber valorar», aunque en la práctica no siempre se cumple este postulado. A nuestro entender, es conveniente hacer explícitos los tres tipos de contenidos, tanto durante el proceso de enseñanza-aprendizaje como en el de la evaluación.

---

<sup>46</sup> (Op cit) Pág. 23

Cuadro 1. A manera de síntesis, se concentran en el siguiente cuadro las categorías de conocimientos que se incluyen en la nueva concepción del contenido. Se elabora este cuadro con sustento en los planteamientos de Coll,(1991).<sup>47</sup>

<p>Para garantizar la precisión del desglose del contenido que se explicita en los objetivos, es esencial considerar las siguientes categorías: (1) Hechos, conceptos y principios, (2) Procedimientos y (3) Valores y actitudes.</p>	
<p><b>CONTENIDO CURRICULAR</b></p>	<p><b>HECHOS:</b> Se refiere a acontecimientos particulares o concretos (discretos): la deforestación, la independencia, la reproducción, etc.</p> <p><b>CONCEPTOS:</b> Conjunto de objetos, sucesos o símbolos que tienen ciertas características comunes. Ejemplos: mamíferos, número primo, triángulo, etc.</p> <p><b>PRINCIPIOS:</b> Enunciado que describe como los cambios que se producen en uno o en un conjunto de sucesos, situaciones o símbolos, se relacionan con los cambios que se producen entre objeto, suceso, situación o símbolo (o conjunto de ellos). En tanto describen relaciones entre conceptos constituyen verdaderos sistemas</p>
<p>Se define como:</p>	<p>“Conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, orientadas a la consecución de una meta. A menudo se utilizan los términos destreza, técnica, método o estrategia como sinónimo de procedimientos. Ejemplo: restar llevando, construir un plano, hacer un resumen,</p>
<p>El conjunto de formas culturales y de saberes seleccionados para formar parte de las distintas áreas o asignaturas curriculares, en función de los objetivos generales del área o la asignatura.</p>	<p>“Los <b>VALORES</b> constituyen la expresión de aspiraciones que inspiran y orientan el comportamiento y la vida humana (individual y colectiva) consolidando la vida espiritual y moral, tales como: solidaridad, cooperación, respeto, perseverancia, autocontrol, etc. Esos se concretan en <b>NORMAS</b> que son reglas de conducta que deben respetar las personas en determinadas situaciones: compartir, ayudar, ordenar, respetar, etc.”</p> <p>“Las <b>ACTITUDES</b> expresan una tendencia a comportarse de una forma consistente y persistente ante determinadas situaciones,</p>

<sup>47</sup> César Coll, (1991). Pág. 27

Es claro que existe un amplio sector académico que considera erróneamente que la tarea fundamental en el proceso educativo, es la transmisión efectiva de una serie de “conocimientos específicos”, categorizados como fundamentales en determinado momento y para un grupo social específico.

A pesar de que, como apunté anteriormente, se percibe esta sobrevaloración del contenido como una posición tradicionalista, en la realidad lamentablemente esta sigue teniendo vigencia en una gran cantidad de instituciones educativas. Esto implica que en nuestra educación se sigue padeciendo la existencia de una gran cantidad de docentes, adeptos a personificar su rol de “transmisores” de conocimientos. Y no como docentes que basen su éxito en la promoción de valores, en el desarrollo de habilidades y en el dominio conceptual.

Los educadores tradicionalistas, al planificar los procesos de enseñanza-aprendizaje, enfatizan en la previsión de los objetivos, las situaciones de aprendizajes y los recursos que consideran les serán más efectivos para lograr una adecuada *transmisión* de los conocimientos, y una eficaz *acumulación* de estos por parte de los alumnos.<sup>48</sup>

Muy a pesar de la insistencia de esas posiciones tradicionales, ha emergido, como reacción natural, un nuevo planteamiento, que surge de una serie de estudios, investigaciones e interpretaciones de las recientes conclusiones a las que ha llegado la psicología y la pedagogía (en especial la psicología del desarrollo y las teorías del aprendizaje): la posición constructivista. Pretende centrar su núcleo de acción en el alumno, y en el desarrollo de sus posibilidades y potencialidades en lo personal y lo social. Se sustentan, en este punto, en teorías del desarrollo y del aprendizaje, principalmente en la piagetiana y la vigotskiana.<sup>49</sup>

Al definir los contenidos como saberes y prácticas, se incluyen en ellos: hechos, conceptos, principios, habilidades, valores, creencias, actitudes, destrezas, intereses, hábitos, pautas de comportamiento, entre muchos más.

---

<sup>48</sup> (Op cit) Molina, B. (1997). Pág. 3.

<sup>49</sup> (Op cit) Pozo y Gómez, (2004). Pág. 125

Los contenidos son, en esta perspectiva, un medio y no un fin en sí mismos, y conllevan su conocimiento individual y social, en la línea planteada de las intencionalidades educativas.<sup>50</sup>

Esta forma de asumir los contenidos implica que los alumnos construyan significados; esto es, dar sentido a lo que aprenden. En otras palabras, se trata de garantizar el logro de un aprendizaje significativo, que posibilitará el desarrollo y la socialización de los alumnos.

Dentro del contenido, tal y como se le perfila en esta nueva visión, se incluyen, además de los datos, hechos, conceptos y principios, una serie de habilidades, actitudes y destrezas (habilidad para resolver situaciones y problemas, seleccionar y tratar información para un caso determinado, actitudes de cooperación, solidaridad, autonomía, por citar algunas).

Coll y Valls <sup>51</sup> definen los procedimientos como un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta. Estas acciones se caracterizan por aludir a una actuación ordenada del alumno, con una intención específica de lograr una meta. Con estos contenidos, se pretende que el alumno desarrolle su capacidad de “saber hacer”, de actuar de manera eficaz. A manera de ejemplo, pueden citarse algunos, como seleccionar información, organizar información, elaborar gráficos, entre otras.

En la actualidad se les da mucha importancia a estos procedimientos, lo que provoca un énfasis en aspectos como “aprender a aprender”, “aprender a pensar” y “habilidades cognitivas”.

Por otro lado las actitudes, son una tendencia o predisposición personal que lleva al sujeto o al individuo a tener y reflejar en su comportamiento sentimientos y pensamientos de agrado, aceptación, entre otras. Es decir contienen un componente afectivo, una tendencia ó determinada acción.

---

<sup>50</sup> Caamaño, A. (2004) Pág. 15

<sup>51</sup> (Op cit) Coll y Valls, (1992). Pág. 25



Los valores se diferencian de las actitudes por su permanencia y porque trascienden la pura posición individual y su carácter social y se perfilan como principios éticos, estéticos, lógicos y regulan el comportamiento.

Las actitudes son experiencias internas, en las que actúan de manera interrelacionada, cognición (conocimientos y creencias), afectos (sentimientos y preferencias) y el comportamiento (acciones concretas y manifestaciones u omisiones). Aunque se trata de experiencias internas de la “conciencia” en su formación intervienen factores externos y de carácter social.

Los valores y las actitudes son fundamentales para interpretar, ordenar, clarificar y agrupar el mundo, para poder desenvolverse en él adecuadamente, en el plano personal y social.<sup>52</sup>

Un aspecto esencial al plantear las actitudes y los valores como concepto de aprendizaje del alumno ya no es competencia de las disciplinas sociales, sino que es competencia de todas las disciplinas. Lo anterior permite, un proceso integral y social de aprendizaje al movilizar en ellos el desarrollo de aprendizajes relativos al “saber” al “saber ser” y al “saber hacer”.<sup>53</sup>

### III.5 Las estrategias didácticas.

Es importante destacar que la literatura pertinente para esclarecer el concepto de estrategia es inconsistente, ya que existen definiciones que no explican con claridad todos los aspectos que integran el concepto estrategia y comúnmente son remitidos a una serie de pasos, lo cual habla de procedimientos y considero que una estrategia debe ir mas allá que una serie de pasos.

En términos generales la definición más clara y llana de lo que es una estrategia es un proyecto o boceto, ordenado y con la intención de alcanzar objetivos determinado. En este sentido García, et al.<sup>54</sup> \_ sostienen que una estrategia

---

<sup>52</sup> (Op Cit) Caamaño, A. (2004). Pág. 16.

<sup>53</sup> Monereo Carle Font. (2000). Págs. 11 - 29

<sup>54</sup> Op cit García, et al 2000). Pp. 65

esta constituida por: Objetivos, actividades, recursos, interacciones y sistematización.

La metodología de la enseñanza es lo que imprime movimiento a los elementos e interacciones de la estructura didáctica, ya que nos permite hacer que coincidan los momentos metodológicos con los momentos de planeación. Esta es la garantía de los aprendizajes significativos, tanto para los profesores como para los alumnos.<sup>55</sup>

En este sentido, el diseño de estrategias de enseñanza pertinentes para lograr esa apropiación de contenidos (aprendizaje significativo) es responsabilidad de los maestros. Las estrategias incluyen todas las actividades; tipificadas como técnicas didácticas o no tipificadas que surjan del ingenio y creatividad del maestro así como todos los recursos e interacciones que apoyen al aprendizaje significativo.

Una rápida ojeada a la bibliografía reciente sobre temas educativos en nuestro país basta para darse cuenta de la confusión de términos que supone, en determinadas ocasiones la utilización de términos distintos en calidad de sinónimos, o bien la atribución de diferentes significados a un mismo término según los autores o la perspectiva teórica adoptada. No es pues, infrecuente encontrar trabajos de divulgación, ejemplos de programaciones o incluso investigaciones en que las nociones de técnica, procedimiento, método estrategia o habilidad son usadas en forma confusa o, en el mejor de los casos indiferenciada.

Para no contribuir a la confusión terminológica citada y con la intención de aclarar mi postura en torno a cada uno de estos términos, a continuación expongo lo que entiendo por los siguientes conceptos:

- Capacidades: se refiere al conjunto de disposiciones de tipo genético que posee un individuo al momento de nacer.<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> (Op cit) Díaz y Hernández. (1998). Pág 140

<sup>56</sup> Hernández, y Sancho. (1994). Págs. 19 – 34.

- Habilidades: capacidades que se desarrollan a través de la experiencia que produce el contacto con un entorno culturalmente organizado. O bien como lo define Schmerck en Monereo (1999)<sup>57</sup> son capacidades que pueden expresarse en conductas en cualquier momento, debido a que han sido desarrolladas a través de la práctica, y que, además, pueden utilizarse o ponerse en juego, tanto conciente como inconscientemente de forma automática

- Procedimientos: Coll y Valls (1992).<sup>58</sup> Define los procedimientos como un conjunto de acciones ordenadas del alumno, con una intención específica de lograr una meta y se desarrolla la capacidad del saber hacer. Pozo -Monereo (1999) <sup>59</sup> reconocen que existen diferentes tipos de procedimiento, los cuales dependen del tipo de actividad.

- Método. No sólo supone una sucesión de acciones ordenada, sino que estas acciones se consideran procedimientos más o menos complejos entre los que también encontramos las técnicas, este enfoque nos permite considerar que un método puede incluir diferentes técnicas, aunque estas puede ser muy complejas, a menudo están subordinadas a la elección de determinados métodos que aconsejan o no su utilización.

- Estrategia de aprendizaje: son procesos de toma de decisiones (conciente o intencionales) en los cuales el alumno elige y recupera, de manera coordinada, los conocimientos que necesita para complementar una determinada demanda u objetivo, dependiendo de la situación educativa en que se produce la acción. <sup>60</sup>

### III.6. La evaluación

La conceptualización de la evaluación, adquiere relevancia cuando partimos de los nuevos enfoques del proceso enseñanza – aprendizaje, y sobre todo cuando

---

<sup>57</sup> (Op cit) Monereo. (2000). Pág. 31.

<sup>58</sup> Coll, y Valls, (1992), Pág. 25

<sup>59</sup> Pozo y Monereo (1999). Pág. 32.

enmarcamos a este proceso en el constructivismo, podría entenderse como el parteaguas de la enseñanza o bien como un punto en el que se reafirma la construcción de los aprendizajes. Así bien es necesario que dicha conceptualización de la evaluación, incluya las siguientes interrogantes: ¿Qué evaluar? ¿Cómo evaluar? ¿Para qué evaluar? y ¿Cuándo evaluar?

Hay una amplia bibliografía sobre las relaciones entre enseñar y aprender, sin embargo, tradicionalmente, la evaluación se ha considerado como una actividad independiente, cuya función es la comprobación y certificación de lo aprendido.

Sin embargo desde un punto de vista constructivista, el aprendizaje permite superar las concepciones alternativas, los obstáculos y, en general las dificultades de todo tipo que el que aprende encuentra cuando intenta reconstruir personalmente un determinado conocimiento para ello es necesario evaluar y autoevaluar constantemente.<sup>61</sup>

La evaluación constituye una parte importante del proceso de enseñanza y aprendizaje, en el aula no se pueden alcanzar cambios significativos en los procesos educativos, si no se asumen cambios e innovaciones en la práctica evaluativa.

La evaluación debe servir también para generar información sobre dificultades, vacíos y logros.<sup>62</sup>

Segura, Castillo.<sup>63</sup> Considera al diálogo como la herramienta fundamental de la ética para que la evaluación del proceso de enseñanza –aprendizaje se lleve a cabo desde un enfoque constructivista. Es importante que en la evaluación, los docentes no se separen de este proceso, deberán tomar en cuenta las decisiones pedagógicas para promover que la enseñanza atienda la diversidad de los estudiantes y promueva el aprendizaje con sentido y valor funcional. Para ello se requiere de procesos metacognitivos como parte de la mediación pedagógica de los

---

<sup>60</sup> (Op cit) Monereo (2000). Pág. 33

<sup>61</sup> Sanmartín, N. s(2002). Pág. 295

<sup>62</sup> (op cit) Pág. 296.

docentes, es decir, convertir el salón de clase en un espacio democrático, colaborativo y autoevaluativo.

La evaluación de los aprendizajes desde un enfoque constructivista se conceptualiza en esta tesis, como un proceso de diálogo, reflexión y mejora constante de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y de la totalidad de los elementos implicados en este proceso, que permite la toma de decisiones, la realimentación y la emisión de juicios de valor en condiciones auténticas dentro y fuera del salón de clase.

Se propone desde la evaluación de los aprendizajes, con un enfoque constructivista, un reconocimiento de un nuevo concepto de credibilidad que tome en cuenta las consecuencias sociales y éticas del personal docente cuando lleva a la práctica la evaluación de los aprendizajes.

Álvarez, (2007) <sup>64</sup> sostiene que es impostergable partir de un tipo de evaluación que forme parte del aprendizaje más que de la enseñanza y que se base en un diálogo entre profesor y alumno, sin excluir ni a uno ni a otro. En esta línea, propone sustituir el examen, como ejercicio puntual, por un proceso continuo en el que todos los agentes aprenden de los aciertos y también de los errores.

En este sentido una propuesta muy importante es la que hace Santrock <sup>65</sup> a partir de las diferentes funciones que puede cumplir el proceso evaluativo, en esta línea, se asume la existencia de tres tipos de evaluación: la diagnóstica o inicial la formativa y la integrativa. Cabe señalar que para este último tipo de evaluación (sumativa), comparto la visión de mi codirectora de tesis, en el sentido de asumir que el proceso de evaluación debe conformar una integración final de los aprendizajes construidos y apropiados por el estudiante y el profesor, de tal suerte que no es conveniente hablar de la suma de los aprendizajes, o bien de evaluación sumativa, por lo consiguiente en adelante me referiré a la evaluación sumativa como evaluación integrativa.

---

<sup>63</sup> Segura, C. (2007). Págs. 1- 22.

<sup>64</sup> Álvarez, M. (2007). Págs. 96 - 101

### La evaluación diagnóstica

Es la que se aplica al inicio del curso lectivo, de un proceso, de una unidad de aprendizaje para determinar las habilidades: destrezas, motivaciones, valores, inquietudes y conocimientos; y tiene como fin además, la situaciones de aprendizajes y las estrategias de evaluación al nivel y necesidades de los alumnos y como sugiere Vigotsky detectar las potencialidades de los alumnos. Este momento en la evaluación representa el punto de partida y funge como directriz del proceso de enseñanza y de aprendizaje y de la que depende buena parte el éxito de dicho proceso.

### La evaluación formativa:

Es el proceso sistemático de generación y recolección de información, se aplica durante el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, se emplea fundamentalmente, para reorientar las concepciones, desarrollo de habilidades y cambio y refuerzo de actitudes tanto del estudiante como del docente, procurando mejores resultados.

### La evaluación integrativa:

Su propósito es como su nombre lo dice evaluar la totalidad del proceso en términos cualitativos y cuantitativos. Lo que incluye a cada uno de los elementos implicados y sus interacciones: alumnos, docentes, programas de estudio, infraestructura, por citar algunos. Este tipo de evaluación tiene como punto de partida los resultados en la evaluación diagnóstica, los generados durante el desarrollo del proceso, y ambos son contrastados con los resultados o evidencias obtenidas al final de este.

### III.7. Las actividades prácticas:

---

<sup>65</sup> (Op cit) Santrock, J. (2001). Pág. 478

Mientras que para el empirismo la actividad experimental se plantea, como la vía para que el alumno acomode en sus estructuras mentales los conceptos de la ciencia y desarrolle las actitudes y habilidades para el empleo de algún método, para el constructivismo radical bajo el enfoque del aprendizaje situado y la enseñanza estratégica se busca la consecución de objetivos centrados en el alumno, hay que recordar que el objetivo de la realización de actividades experimentales en la enseñanza básica y media superior, es la formación de una actitud científica, Dicha actividad consiste en el uso de material de laboratorio para reproducir un fenómeno o para analizar una parte del mundo, consiguiéndose realizar tanto en un laboratorio como en cualquier sitio de su entorno <sup>66</sup> Las razones apuntadas para implicar a los alumnos en la realización de actividades prácticas tienden a apoyarse en su potencialidad para abordar objetivos relacionados con el aprendizaje de conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal. <sup>67</sup> Es decir aspectos relacionados con la metodología científica, la promoción de capacidades de razonamiento, concretamente de pensamiento crítico y creativo, y el desarrollo de actitudes como de apertura de intereses, de responsabilidad y de empatía ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias.

Un amplio entendimiento de los fines de las prácticas, requiere una clasificación del significado de los diferentes tipos de actividades, ya que pueden ser empleadas en distintas formas y utilizadas para lograr diversas metas. <sup>68</sup>

Las expresiones <<trabajo práctico>>, <<actividades prácticas>>, <<trabajos de laboratorio>> o simplemente <<prácticas>>, se utilizara aquí para indicar: el trabajo realizado por estudiantes en la clase o en el campo, que pueden o no involucrar un cierto grado de interacción del profesor, incluye demostraciones, auténticos experimentos exploratorios, experiencias prácticas e investigaciones (proyectos que incluyan un número de actividades). <sup>69</sup> Suele ser ampliamente admitido, tanto por

---

<sup>66</sup> Miguens y Garret. (1991), Págs. 228 – 229

<sup>67</sup> Leite y Figueiroas. (2001). Pág. 23.

<sup>68</sup> Caamaño, A. (2004) Págs. 18 -19

<sup>69</sup> Hudson. (2000), Pág. 462

investigadores como por educadores, que el trabajo de laboratorio debe ser un componente fundamental de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias,

Los trabajos prácticos, constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, por permitir una multiplicidad de objetivos o metas en este sentido Caamaño,<sup>70</sup> destaca las siguientes:

- Observación e interpretación de los objetos de estudio.
- El contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar.
- El aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo.
- La aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva.
- La comprensión procedimental de la ciencia.

Es importante considerar los siguientes puntos para tener un mejor entendimiento sobre la importancia de los trabajos prácticos:

- Considerar las etapas a través de las que se puede realizar una investigación.
- Las fases a través de las cuales se puede aplicar en el aula.
- El tipo de guiones que son presentados a los estudiantes.
- Los factores que condicionan su grado de apertura.
- Las variables que determinan su grado de dificultad.

#### **CAPITULO IV. FUNDAMENTACIÓN DISCIPLINARIA**

---

<sup>70</sup>(Op cit) Camaño, (2004). Pág 15



## IV.1. Introducción histórica

La importancia del conocimiento disciplinar se puso de manifiesto en la década de los años setenta a partir de los estudios sobre el modo de enfrentarse al aprendizaje y la resolución de problemas en un área de conocimiento específica. Las investigaciones que se generan en esta segunda revolución cognitiva incidirán en todas las disciplinas.

Tirado y López (2001) <sup>71</sup> sostienen que hace falta definir, lo imprescindible de lo prescindible, reconocer, distinguir y definir lo que es básico, necesario, conveniente, recomendable y complementario y generar esquemas que ofrezcan una visión organizada del conocimiento.

Asimismo, he manifestado que existen contenidos conceptuales que ofrecen una problemática particular y son considerados núcleos conceptuales problemáticos de la Biología, tal es el caso del concepto de Evolución.

Uno de los primeros problemas a los que nos enfrentamos como Docentes y como estudiantes de Biología, es que desde el bachillerato, la definición o lo que se entiende por Evolución, no es muy clara ni precisa

Maynard M. Metcalf, al participar como testigo en el año de 1925 en un juicio considerado como el “juicio del siglo” le fue posible realizar una observación, que marcó oficialmente el inicio de la discusión pública, sobre los diferentes significados de *Evolución*, para los propósitos de la educación científica. Explicándola de la siguiente manera:

“El hecho de la Evolución es una cosa que es perfecta y absolutamente clara,” pero hay muchos puntos –puntos teóricos sobre los métodos por los cuales la Evolución ha salido a flote- para los cuales no poseemos aún conocimiento científico para tener una respuesta.” <sup>72</sup>

---

<sup>71</sup> Tirado y López (2001). Pág 18

<sup>72</sup> Metcalf, M. (1990), Pág. 139.

La afirmación de Metcalf sugirió, como muchos biólogos modernos lo han notado, que el término *Evolución* puede tener significados distintos. Su comentario también sugirió que no todas las acepciones de Evolución tienen el mismo significado epistemológico.

Otra definición corta y común se puede encontrar en muchos libros de texto, que incluso son reconocidos ampliamente por la comunidad docente.

“De hecho, la Evolución puede definirse como cualquier cambio en la frecuencia de los alelos dentro de un acervo genético de una generación a la siguiente” – Curtis y Barnes, (2000) <sup>73</sup>

Desafortunadamente las definiciones comunes de Evolución que se dan fuera de la comunidad científica, contienen una gran cantidad de inconsistencias y errores que lo único que propician es una gran confusión, tal es el caso de la que se encuentra en uno de los diccionarios, ampliamente empleado, el diccionario Oxford es considerado como el más erudito y completo diccionario de la lengua inglesa, así como el principal punto de referencia para estudios etimológico

“Evolución: es el proceso gradual por el cual la diversidad presente de plantas y animales, surgieron desde los organismos más primitivos, lo cual se ha venido ocurriendo desde los pasados 3000 millones de años”. – OXFORD (1995) <sup>74</sup>

Los errores e imprecisiones saltan a la vista; plantea un sentido gradualista, se remite únicamente a la acción en animales y plantas y no considera a hongos, bacterias, entre otros grupos filogenéticos, se considera el empleo de conceptos peyorativos que aluden a primitivo y por último se precisan 3000 millones de años del origen de la vida, cuando los más recientes investigaciones, y datos de fósiles de cianobacterias se han datado en 3465 millones de años.<sup>75</sup>

---

<sup>73</sup> Curtis y Barnes, (2000). Pág. 1350

<sup>74</sup> OXFORD (1995)

<sup>75</sup> Schopf, W. (2000). Pág. 106

Un uso equivocado del término propone una dificultad práctica para los profesores de ciencia. Los buenos profesores de ciencia deben definir los términos cuidadosamente y usarlos consistentemente para evitar el mezclar ideas diferentes. Asimismo es recomendable que los profesores de Biología separen las distintas ideas asociadas con la Evolución para ayudar a los estudiantes a evaluar cada idea de forma separada y distinguir la evidencia y observaciones, por una parte, de las inferencias y teorías, por la otra.

Núñez Eguiarte<sup>76</sup> han reconocido esta problemática y consideran más pertinente hablar de Biología evolutiva en lugar de Evolución, al referirse a los procesos de cambio que ocurren en los sistemas vivos, y sostienen que:

“La Biología evolutiva es una disciplina unificadora y central en el conocimiento biológico contemporáneo, pues da sentido y perspectiva a todas las ramas de esta ciencia y a la información que generan. Sin embargo en países de habla hispana su difusión y estudio no se han consolidado. El interés de los biólogos por la Evolución es generalizado y la teoría evolutiva es usualmente el marco conceptual de su trabajo. Pero en América Latina son pocos los científicos que realizan explícitamente investigación en este campo”.

<<Evolución biológica...es el cambio en las propiedades de las poblaciones que trascienden la vida de un individuo; la ontogenia (desarrollo de un organismo) no se considera Evolución; los cambios en las poblaciones son evolutivos y heredables, vía material genético de una generación a la siguiente.

La Evolución biológica abarca todo, desde los sencillos cambios en la proporción de los diferentes alelos dentro de una población, hasta las alteraciones sucesivas que llevaron desde los protoorganismos más sencillos hasta los caracoles, las abejas, las jirafas y los dientes de león.>> Futuyma.<sup>77</sup>

---

<sup>76</sup> Nuñez y Eguiarte (1999). Pág. 15

<sup>77</sup> Futuyma, (1986). Pág. 13

Es importante notar que la Evolución biológica hace referencia a las poblaciones y no a los individuos, además que los cambios deben pasar a la siguiente generación. En la práctica esto significa que: la Evolución biológica es un proceso que se da como resultado de los cambios heredables en una extensa población.

Por lo antes expuesto, me parece de gran importancia acotar pertinentemente los aspectos relacionados con el significado del concepto Evolución. En ese sentido el Biólogo Thomson, <sup>78</sup> identificó por lo menos tres significados distintos asociados con la Biología evolutiva contemporánea:

- El cambio con respecto al tiempo.
- Ancestría.
- Los mecanismos naturales que producen cambio en los organismos.

Las siguientes definiciones desarrollan y distinguen aquellos significados múltiples, los cuales Meyer y Newton <sup>79</sup> los proponen como guías de los distintos significados de Evolución presentes en los libros de texto de Biología.

1. Cambio con respecto al tiempo; historia de la naturaleza; cualquier secuencia de eventos en la naturaleza.
2. Cambio en las frecuencias de alelos en el banco genético de una población.
3. Los mecanismos responsables del cambio requerido para producir descendencia limitada con modificación, selección natural actuando principalmente sobre variaciones o mutaciones aleatorias.
4. Descendencia universal común: la idea de que todos los organismos han descendido de un ancestro común único.

---

<sup>78</sup> Thomson, K. (1982): Pág. 529

<sup>79</sup> Meyer y Newton (2000). Pág. 23

5. La tesis del “relojero ciego”: la idea de que todos los organismos han descendido de ancestros comunes solamente por medio de procesos materiales no guiados, desprovistos de inteligencia, sin propósito, como selección natural actuando sobre variaciones o mutaciones aleatorias; que los mecanismos de la selección natural, mutación y variación aleatoria, y quizás otros mecanismos similarmente naturalistas, son completamente suficientes para explicar la apariencia de diseño en los organismos vivos.

Los genetistas de poblaciones han definido Evolución como el cambio en las frecuencias alélicas, cualquier fuerza o fenómeno que cambie estas frecuencias alélicas  $p$  y  $q$  generará Evolución.<sup>80</sup>

Darwin, según Gould,<sup>81</sup> reconoció la necesidad de desarrollar varios métodos de inferencia histórica, cada uno a la medida de la naturaleza y calidad de la evidencia disponible, distinguió cuatro estadios y argumentó que cada libro de Darwin sobre un enigma concreto de la historia natural, es una ilustración de cada uno de estos métodos de inferencia histórica, los cuales nombró de la siguiente manera:

- Uniformidad o “principio de la lombriz” en honor al último libro de Darwin dedicado a explicar el suelo y la topografía de Inglaterra a base de extrapolar la acción evaluada de las lombrices a todas las escalas del tiempo
- Secuenciación o “principio del atolón” o bien la definición y ordenación de diversas configuraciones antes contempladas como independientes, en etapas de un único proceso histórico.
- Consilencia o “principio de las flores diferentes” (concordancia de varios) aquí se maneja otro tipo de información, los métodos 1 y 2 permiten la reconstrucción de secuencias históricas bien por ordenación de cambios cotidianos palpables y comprobables (método 1) bien por ordenación de series de configuraciones como fases temporales (método 2)

---

<sup>80</sup> (Op Cit) Nuñez y Eguiarte (1999). Pág. 42

- Discordancia o “principio de las orquídeas” (disonancia de uno), para entender este método es recomendable partir de preguntas, ¿Cómo podemos sacar conclusiones a partir de objetos únicos?, ¿Cómo podemos inferir la historia a partir de una jirafa? .Darwin nos dice que busquemos alguna discordancia particular, alguna imperfección o fallo de coordinación entre el organismo y sus circunstancias actuales.

## IV.2. Evidencias de la Evolución

Gould (2004) <sup>82</sup> en su magistral disertación sobre la obra de Darwin sostiene que la historia plantea dos problemas especiales.

- la frecuente ausencia de indicios, debido a su conservación incompleta y
- La unicidad de las secuencias irrepetibles en su complejidad contingente, lo que aleja los datos históricos de los estándares científicos de la predicción y la experimentación.

La Evolución de los sistemas vivos es una certeza, y hay tantas evidencias a su favor como intentos de refutarla. Las evidencias y las refutaciones de hipótesis se manifiestan de diversas maneras, además de la simple observación. De hecho, las evidencias más poderosas no son meras observaciones, sino que son las predicciones verificadas de una hipótesis. Entre las que cabe destacar:

### 1V.2.1. El Registro Fósil

Schopf, <sup>83</sup> Considera que durante las tres últimas décadas, la frondosidad del árbol evolutivo de la vida se ha multiplicado por siete. Y aproximadamente en esa misma proporción se han extinto otras. E insiste, por primera vez sabemos con firmeza que la vida tuvo su origen y evolucionó hasta desarrollarse con pleno éxito desde la infancia del planeta tierra. Asimismo sostiene que los procesos del pasado son inobservables, por eso debemos inferirlos a partir de sus resultados

---

<sup>81</sup> Gould, S.(2004). Págs 126-128

<sup>82</sup> (Op Cit), Pág.127

<sup>83</sup> (Op cit) Schopf, W. (2000). Pág. 15

preservados en el registro histórico. El registro fósil nos proporciona una historia del pasado que, demuestra un cambio evolutivo a lo largo de 3465 millones de años. El registro puede contener zonas oscuras, o como dijo Darwin <sup>84</sup> de manera metafórica,

"para leer el pasado tenemos que hacerlo como si se tratase de un libro donde hacen falta muchas letras".

Hay numerosos ejemplos de formas de transición (organismos que son estados intermedios entre una forma ancestral y su descendiente) en el registro fósil, que proporcionan las evidencias más claras de que hay un cambio a lo largo del tiempo.

Para ejemplificar lo que anteriormente menciono, creo importante resaltar la trascendencia de los trabajos de Margulis <sup>85</sup> en los que no sólo revivió en forma independiente la teoría endosimbiótica, sino que la articuló y apoyó con una serie de evidencias morfológicas, bioquímicas, genéticas e incluso geológicas tan contundentes, que sus puntos de vista terminaron por ser aceptados incluso por sus críticos más severos.

#### 1V.2.2. Las Homologías

En el plano epistemológico, De Luna. & Mishler. 1996 <sup>86</sup> sostienen que: "homología" es la correspondencia que existe entre dos o más rasgos de los organismos, no es una relación directamente observable sino que la homología se detecta como resultado de un método de análisis inferencial. Este marco teórico permite reconocer a las hipótesis de homología y de homólogos como el fundamento epistemológico para el estudio comparativo de las similitudes entre organismos. La teoría evolutiva infiere que los organismos emparentados comparten similitudes que son heredadas de un ancestro común. Las homologías se descubren comparando las diferentes anatomías de los seres vivos, mirando las diferencias y similitudes celulares, estudiando el desarrollo embrionario o estudiando las estructuras vestigiales dentro de los organismos.

---

<sup>84</sup> (Op Cit) Gould, S. (2004). Pág. 126

<sup>85</sup> Margulis, L. (1993). En A. Lazcano. Pág 5

La teoría darwiniana proporcionó posteriormente una explicación para la existencia de las homologías o similitudes formales entre diferentes organismos. Desde entonces, la mayoría de las definiciones de homología han dado preponderancia a la continuidad filogenética, es decir, a la noción de que dos caracteres son homólogos sólo si estuvieron presentes continuamente desde su origen en un ancestro común. Estos patrones organizativos compartidos se explican por la existencia de un ancestro común que ya poseía estas características.

Las posibles homologías se evalúan usando anatomía comparada, genética, o Biología del desarrollo.<sup>87</sup>

#### 1V.2.3. Evidencias biogeográficas:

La distribución geográfica de los seres vivos, muestra una progresiva diversificación adaptativa que les ha permitido colonizar nuevos ambientes. Es decir, las especies se originan en áreas concretas a partir de las cuales se dispersan colonizando nuevos ambientes, dando lugar a un proceso de especiación que genera un mayor número de especies.

Sin embargo el mismo Darwin reconoció tres hechos fundamentales en los que la distribución geográfica ofrece evidencias de las diferencias y semejanzas de los seres orgánicos.<sup>88</sup>

Hecho 1. Ni la semejanza ni la diferencia de los habitantes de las diferentes regiones del planeta, pueden explicarse totalmente por las condiciones del clima u otras condiciones físicas.

Hecho 2. Las barreras de todas clases u obstáculos para la libre migración están relacionadas de un modo directo e importante con las diferencias que existen entre casi todas las producciones terrestres y acuáticas.

Hecho 3. La afinidad de especies del mismo continente, aun cuando las especies sean distintas en diferentes puntos o estaciones

---

<sup>86</sup> De Luna & Mishler. (1996). Pág. 135.

<sup>87</sup> (Op cit.) García A. (2005). Pág. 139

<sup>88</sup> Darwin, Charles, Traducción Rutiaga R. (2005). Pág. 353



#### 1V.2.4. Evidencias Anatómicas

La anatomía comparada ofrece evidencias claras de la Evolución, éstas representaron durante mucho tiempo, una de las herramientas más importantes para establecer relaciones filogenéticas entre las especies. Asimismo las evidencias anatómicas dan cuenta de la acción de las diferentes fuerzas evolutivas y su relación con el ambiente, de tal forma que existen especies no emparentadas que por compartir el mismo ambiente presentan estructuras anatómicas similares, producidas por un proceso de Evolución convergente, tal es el caso de las estructuras análogas, las alas de las moscas y las alas de las aves son un claro ejemplo de esto. Existen otras evidencias anatómicas importantes y son las que han sido producidas por un proceso de Evolución divergentes, me refiero a las estructuras homólogas y vestigiales, las cuales tienen una relación filogenética, aunque no sean empleadas para realizar la misma función, las aletas de las ballenas y las extremidades del humano, tienen una función diferente pero poseen un ancestro común.

#### 1V.2.5. Evidencias embriológicas

La embriología estudia el crecimiento, formación y morfogénesis de los organismos desde que el óvulo es fecundado. Las pruebas embriológicas de la Evolución se basan en el estudio comparado de la ontogenia o desarrollo embrionario de los animales. Todos los animales cuyos estados embrionarios son similares, estarían emparentados. No fue hasta principios del siglo XIX, que empezó a considerarse el desarrollo embrionario como una evidencia de la Evolución de las especies. Mediante los trabajos del embriólogo alemán Karl von Baer, fue posible determinar que el desarrollo embrionario de los mamíferos es extraordinariamente parecido y por ende sugiere una relación filogenética cercana.

El aporte de esta disciplina científica al estudio de la Evolución proporciona ejemplos de embriones de diferentes animales con características semejantes.

#### 1V.2.6. Evidencias moleculares

Aunque la mayoría de las evidencias a favor de la Evolución provienen del pasado, hay observaciones directas en el presente o en un pasado muy reciente. Por ejemplo, la selección artificial de los animales domésticos y la agricultura o las interacciones de los organismos con sus ecosistemas. Además, hay muchos experimentos como los llevados a cabo con guppies (peces muy comunes de acuario) o moscas de la fruta, que muestran en el laboratorio como funciona la adaptación por selección natural.<sup>89</sup>

El proceso evolutivo continúa inexorablemente. En años recientes la acción de la selección natural se ha visto en acción, seleccionando a las bacterias patógenas que poseen resistencia a los antibióticos que se usan para curar las infecciones, lo que ha requerido el desarrollo de tratamientos nuevos más efectivos y más costosos. En algunos casos preocupantes, las bacterias han evolucionado resistencia a todos los antibióticos en existencia, por lo que no existe ningún tratamiento efectivo disponible.<sup>90</sup> En el caso del VIH, el cual causa el SIDA, una cantidad significativa de Evolución viral ocurre dentro del curso de la infección en individuos. Esta Evolución rápida es la que le permite al virus evadir al sistema inmune.<sup>91</sup> Muchas plagas agrícolas han evolucionado resistencia a los químicos que los agricultores han usado por apenas algunas pocas décadas. Mientras trabajamos en el control de enfermedades y pestes, los organismos responsables han estado evolucionando formas de escapar a nuestros controles. Más aún, nuestros científicos pueden llevar a cabo experimentos para estudiar esta Evolución en tiempo real, de la misma manera que se estudian otros procesos dinámicos en la Física, la Química y en otras ramas de la Biología. Para estudiar la Evolución en acción los científicos utilizan organismos que por poseer ciclos de vida cortos y costos bajos para su preservación, permiten obtener resultados de manera rápida, y permiten observar cambios que requieren muchas generaciones. Organismos tales como bacterias y moscas de la fruta,<sup>92</sup>

---

<sup>89</sup> Zuckerkandl and Pauling. (1965): Págs. 357-366.

<sup>90</sup> Baquero, et al. (2002) Pág. 71

<sup>91</sup> Santiago, F. (2002). Pág. 53

<sup>92</sup> Lenski, R. (1998). Págs. 265-270.

Una de las observaciones directas y de contundencia tal, son las obtenidas a través del análisis molecular, por medio de las cuales se abren grandes posibilidades de realizar inferencias muy interesantes. En este sentido Zuckerkandl y Pauling <sup>93</sup> publicaron un artículo en donde describían con todo cuidado como la comparación de secuencias de aminoácidos o de nucleótidos, permitía no sólo la construcción de filogenias moleculares, sino también datar los procesos de especiación incluso en ausencia de información paleontológica, y también construir árboles evolutivos que podían incluir organismos tan distintos entre sí como las bacterias, los hongos, los mamíferos, (por citar solo algunos) lo cual hubiera sido imposible con los criterios morfológicos tradicionales.

En 1977 Woese y Fox, <sup>94</sup> iniciaron la publicación de trabajos relacionados con el análisis comparativo de fragmentos del RNA de diferentes grupos que hasta ese momento eran reconocidos como parte un gran grupo taxonómico. Con los que fue posible inferir relaciones diferentes entre los miembros de esos grupos (bacterias, arqueas y eucariontes). Es decir, la comparación de los fragmentos del RNA ribosomal permitía deducir la existencia de una divergencia biológica extraordinariamente antigua que dividía a los procariontes en dos grupos extraordinariamente distantes entre sí. También demostraba que la comparación de los RNA ribosomales de distintos eucariontes (conocidos como 18S rRNA), por sus dimensiones, que determinan la velocidad de sedimentación en unidades Svedberg) con los del 16S rRNA de las metanógenas, por una parte, y bacterias como *Escherichia coli* y *Bacillus firmus* por otra, permitía agrupar a los seres vivos en tres grandes grupos que aunque tenían un origen común, estaban claramente diferenciados entre sí. Es decir, la comparación de los fragmentos del 16/18S rRNA mostraba que los organismos estudiados, lejos de dividirse en plantas y animales o en procariontes y eucariontes, en realidad se agrupaban en tres grandes linajes o reinos primarios que divergían de un ancestro común, lo cual sugiere una relación entre todos los sistemas vivos.

---

<sup>93</sup> (op cit) Zuckerkandl, & Pauling,. (1965). Pág. 360

<sup>94</sup> Woese. & Fox. (1977). Págs. 5088-5090.

### IV.3. Teorías Evolutivas

La Biología evolutiva involucra el estudio de los eventos biológicos pasados y presentes. Los fenómenos evolutivos pasados, son el objeto de estudio de los paleontólogos y sistemáticos, mientras que los fenómenos contemporáneos son analizados por biólogos (genetistas y ecólogos) de poblaciones. La Biología evolutiva contemporánea pretende realizar la fusión entre ambos enfoques.<sup>95</sup>

Existen evidencias suficientes para afirmar que la Evolución no es una teoría sino un hecho innegable<sup>96</sup>.

El problema entonces no está en gastar el tiempo en convencernos de si ocurre o no la Evolución biológica, mas bien el esfuerzo debe estar enfocado en explicar de que manera se dan los cambios en los diferentes niveles biológicos (población, y / o comunidad) o bien de que manera se dan en los diferentes grupos taxonómicos (especie, género, familia, por citar algunos). En este sentido muchos autores han propuesto diversas teorías

Para Lewontin <sup>97</sup> Las teorías sobre las modificaciones temporales de los sistemas naturales y sociales son de dos tipos,

- la primera y más antigua, es la teoría ontogénica o transformacionista, esta considera que las modificaciones en todo el sistema, resultan de los cambios cualitativos de cada uno de los elementos del sistema.
- La segunda es la teoría variacional que considera que la primera etapa de la Evolución es la aparición en la población de un elemento de forma nueva, es decir los cambios de todo el sistema resultan de los cambios de proporciones de las diferentes formas de los elementos individuales.

Para Mayr,<sup>98</sup> la teoría variativa posee diferentes aspectos y los caracteriza de la siguiente manera:

---

<sup>95</sup> Lewontin. R. (1999). Pág. 26.

<sup>96</sup> Gould, S. (2004). Pág. 50

- 1) Los organismos cambian constantemente a lo largo del tiempo (lo que podríamos llamar teoría de la Evolución propiamente dicha)
- 2) Que diferentes tipos de organismos descienden de un antepasado común (la teoría de la ascendencia común)
- 3) Que las especies se multiplican con el tiempo (teoría de la multiplicación de las especies, o especiación)
- 4) Que la Evolución se produce por cambio gradual de las poblaciones (teoría del gradualismo) y
- 5) Que el mecanismo de la Evolución es la competencia entre un gran número de individuos todos con características únicas por unos recursos limitados, lo que da lugar a diferencias en la supervivencia y reproducción (teoría de la selección natural).

Estas visiones teóricas, las adoptaron diferentes pensadores, los cuales sustentaron de manera parcial su postura, siendo la Teoría Lamarckiana, la Darwiniana y la Teoría Sintética sin dejar de considerar al Neutralismo y el Equilibrio puntuado como teorías de polémica actual.

#### IV.3.1. Teoría Lamarckiana

Dado que mi intención no es profundizar en cada una de las teorías, sólo señalaré los aspectos relevantes de éstas:

La teoría Lamarckiana dice que el cuello de las jirafas actuales es largo en razón que sus antepasados progresivamente ganaron cuellos más largos por el esfuerzo de conseguir al intentar alcanzar los brotes tiernos en las altas ramas de los baobabs africanos. El trabajo de Lamarck dio vida a una teoría que señalaba la

---

<sup>97</sup>(Op cit) Pág. 25

<sup>98</sup>(op cit) Mayr, E. (1998). Pág. 195

existencia de cambios en las especies en el tiempo debido al **uso o desuso** de sus órganos y postuló un mecanismo para ese cambio, **la adaptación**.<sup>99</sup>

Según Lamarck, la Evolución consiste en el origen por generación espontánea de un organismo nuevo y simple, un infusorio, y su gradual transformación en una especie superior y más perfecta,<sup>100</sup>

La teoría de Jean Baptiste de Lamarck se basa en cuatro principios fundamentales:

- La herencia de los caracteres adquiridos
- La capacidad de los organismos para adaptarse al medio
- La existencia en los organismos de un impulso interno hacia la perfección.
- El hecho frecuente de la generación espontánea

Según las teorías lamarckistas y neolamarckistas, los organismos se van transformando lentamente gracias a la herencia de caracteres adquiridos. Se creía que estas nuevas características eran consecuencia del uso y el desuso o, más directamente, inducidas por fuerzas del ambiente, dado que el lamarckismo explicaba la Evolución gradual mucho mejor que el saltacionismo de los mendelistas, gozó de bastante aceptación antes de la síntesis evolutiva. De hecho, hasta los años 30 había, probablemente, más lamarckistas que darwinistas.<sup>101</sup>

Sin embargo muchos lamarkistas suponen que esta teoría proveyó de buenos soportes a la teoría propuesta por Darwin – Wallace.<sup>102</sup>

#### IV.3.2. Teoría Darwiniana

Aunque la idea de la Evolución tenía precedentes, no fue hasta 1859, que con la atinada influencia de una gran cantidad de pensadores de la época como Malthus, Lyell entre otros y con el lanzamiento de la obra *El origen de las especies* del

---

<sup>99</sup> Barahona, E.. (1999). Pág. 63

<sup>100</sup> (oip cit) Mayr, E.(1998). Pág 194

<sup>101</sup> (oip cit) Mayr, E. (1998) Pág 204

<sup>102</sup> Bowler, J. (1992). Pág 198

naturalista británico Charles Darwin, que la idea de la Evolución se estableció. Darwin recopiló e interpretó un gran número de observaciones y experimentos de muy diversas disciplinas de investigación y los presentó como un argumento irrefutable en favor del hecho de la Evolución. Y aportó el concepto nuevo de *selección natural*.

En 1858, Darwin recibió una carta de Wallace, en la cual detallaba sus conclusiones, las que por cierto eran muy similares a las propuestas por Darwin.

Darwin y sus colegas leyeron el trabajo de Alfred Russel Wallace, el 1º de Julio de 1858 en una reunión de la Sociedad Linneana.<sup>103</sup>

El trabajo de Wallace fue el resultado de todos los años que pasó en Sudamérica, publicó sus notas en Viajes en el Amazonas y el Río Negro en 1853.

En otra ocasión viajó al Archipiélago Malayo y se dio cuenta de las peculiaridades que presentaban muchas aves, monos, mariposas y otros organismos, y demostró cómo el Amazonas y el Río Negro constituían barreras en la distribución de varias especies. En ésta ocasión, Wallace sí hizo públicas sus ideas, y esto es muy importante porque reveló sus tendencias evolucionistas frente las sociedades científicas; esta es la etapa más importante de su vida.

Los siguientes son los puntos esenciales de la obra de Darwin<sup>104</sup>

- Entre los miembros de una especie dada, ocurren diferencias hereditarias, algunas de estas aumentan las posibilidades de sobrevivir mientras que otras las disminuyen.
- En vista de la cantidad limitada de alimento y de territorio nacen más organismos de los que pueden sobrevivir.
- La limitación existente de aquellas cosas que suplen las necesidades básicas, trae la competencia, esta es más severa entre individuos de una misma especie; porque sus necesidades son casi idénticas.

---

<sup>103</sup> Flores, V.. (1999). Pág 70.

- Aquellos organismos ventajosos en la competencia tienen más oportunidades de reproducirse.
- La unidad básica de la Evolución es la población procreadora.

#### IV.3.3. Teoría Neodarwiniana o Sintética

Khun <sup>105</sup> sostiene que cuando un cúmulo de conceptos, ideas y teorías son validadas por una comunidad científica, ese conocimiento se transforma en un paradigma, es decir, conocimiento aceptado bajo determinado contexto histórico y social, cuando dicho conocimiento es refutado se deben replantear las ideas y los conceptos a partir del enigma ahora generado. En ese sentido, en Biología existen diferentes paradigmas unificadores del conocimiento, uno de ellos y quizá el considerado más importante es la teoría de la Evolución.

Explicar la forma como ocurre la Evolución, y la forma como se heredan las variaciones de una generación a otra, son algunas interrogantes, que ni Darwin ni Wallace tuvieron los elementos suficientes para contestarlas. El moje agustino Gregor Mendel había publicado sus trabajos acerca de la genética pero Darwin no llegó a conocerlos. Redescubiertos los trabajos de Mendel en 1900, la genética proveyó las respuestas necesarias. Las combinaciones de los principios de la genética mendeliana y la teoría de la Evolución de Darwin, apoyadas en los avances de la ciencia y la tecnología actual, permitieron la estructuración de la teoría Sintética

Stebbins y Ayala (1985)<sup>106</sup> mencionan que los creadores de la teoría sintética, entre los que se encuentra Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Gaylord Simpson, Julian Huxley y Ledyard Stebbins, añadieron nuevos elementos a los fundamentos darwinistas: entre los que cabe destacar los siguientes:

- La Evolución tiene lugar por la selección de las diferencias hereditarias que surgen aleatoriamente en cada generación, de manera que aquellas que

---

<sup>104</sup> (Op cit) Darwin, Ch. (2005). Pág. 474.

<sup>105</sup> Kuhn, S.(1962). Pág 205



confieren a sus portadores una mayor adaptación al medio se multiplicarán y, las perjudiciales se eliminarán

- Al igual que el darwinismo. La teoría sintética pone de manifiesto la naturaleza oportunista de la Evolución por selección natural, en cuanto que las diferencias aludidas se generan por azar y son seleccionadas en respuesta a las exigencias del medio

- La teoría sintética postula la condición gradual de ese proceso.
- La genética faculta identificar en términos de genes los elementos determinantes de los atributos sobre los que la selección natural actúa.
- La variabilidad de los caracteres obedece a mutaciones, es decir, alteraciones permanentes de los genes que aparecen aleatoriamente.
- La estructura y distribución de las poblaciones, son determinantes para la formación de especies nuevas.

Los postulados anteriores son sintetizados por Martínez<sup>107</sup> en cuatro ideas fundamentales:

- La Evolución es gradual
- La Evolución comprende dos procesos fundamentales uno aleatorio (la producción de la variación), y la selección natural adaptadora.
- La Evolución presenta una naturaleza dual: Adaptación en el interior de las especies y diversificación en todos los niveles taxonómicos, a partir del proceso de especiación.
- La selección natural es la principal fuerza de la Evolución

El pensamiento poblacional

---

<sup>106</sup> Ayala y Stebbins (1985). Pág.42

<sup>107</sup> Martínez de Lara. (2006). Pág. 86

Para imponer su teoría de la Evolución y de la selección natural, Darwin tuvo que introducir una nueva forma de entender la variación en la naturaleza, el *pensamiento poblacional*. En el tiempo anterior a Darwin las especies se consideraban entidades fijas e inmutables. Las diferencias en la forma, en la conducta, o en la fisiología de los organismos de una especie no eran más que imperfecciones, errores en la materialización de la idea de la especie. En contraste con esta visión esencialista dominante, la variación individual, lejos de ser trivial, es para Darwin la piedra angular de la Evolución.

La variación en el seno de las especies o poblaciones es lo único *real*, es la materia prima de la Evolución, y en consecuencia toda la diversidad biológica. Son las diferencias existentes entre los organismos de una especie las que, al magnificarse en el espacio y en el tiempo, producirán nuevas poblaciones, nuevas especies, y por extensión, toda la diversidad biológica.<sup>108</sup>

#### Desafíos a la teoría sintética

Como mencione anteriormente, toda teoría posee zonas de anomalías en términos Khunianos, que generan polémicas. La teoría sintética no es la excepción, así que dichas anomalías son evidenciadas mediante otro planteamiento teórico, este es el caso de la teoría neutralista y la del equilibrio puntuado.

#### Teoría Neutralista:

Esta teoría establece que la manera más directa de determinar la variabilidad genética es dilucidar la secuencia de nucleótidos de un mismo gen en diferentes individuos de la misma especie.

Su principal expositor es Motoo Kimura<sup>109</sup>, y en su propuesta, la mayoría de los genes mutantes son selectivamente neutros, es decir, no tienen selectivamente ni más ni menos ventaja que los genes a los que sustituyen; en el nivel molecular, la mayoría de los cambios evolutivos se deben a la deriva de genes mutantes

---

<sup>108</sup> Fogiel, M. (1999). Pág. 908

<sup>109</sup> Kimura, M. (1980). Pág. 20

selectivamente equivalentes, por tanto, la deriva genética consiste en el cambio puramente aleatorio de las frecuencias génicas, debido a que cualquier población consta de un número finito de individuos <sup>110</sup>.

Kimura <sup>111</sup> se detuvo a pensar cuál sería la probabilidad de mutación de un mutante que aparece en una población finita y muestra cierta ventaja selectiva. Es decir, ¿cuál es la probabilidad de que ese gen se propague por toda la población? Y llegó a tres hallazgos:

1. Para una proteína determinada, la tasa de sustitución de un aminoácido por otro es aproximadamente igual en muchas líneas filogenéticas distintas.
2. Estas sustituciones, en vez de seguir un modelo, parecían ocurrir al azar.
3. La tasa total de cambio en el ADN era muy alta, del orden de una sustitución de una base nucleotídica por cada dos años en una línea evolutiva de mamíferos.

En cuanto a la variabilidad dentro de la especie, se vio que la mayor parte de las proteínas eran polimórficas, es decir, que existían en diferentes formas, y en muchos casos sin efectos fenotípicos visibles ni una correlación con el medio ambiente.

Así, Kimura llegó a dos conclusiones:

1ª La mayoría de las sustituciones de nucleótidos debían ser el resultado de la fijación al azar de mutantes neutros, o casi neutros, más que el resultado de una selección darwiniana.

2ª Muchos de los polimorfismo proteínicos debían ser selectivamente neutros o casi neutros y su persistencia en la población se debería al equilibrio existente entre la aportación de polimorfismo por mutación y su eliminación al azar.

Teoría del Equilibrio puntuado.

---

<sup>110</sup> Kimura, M, (1992). Págs. 225 - 230

<sup>111</sup> (Op cit) Kimura, M. Pág. 227

En esta condición gradual del proceso evolutivo es donde existe un importante debate, y en donde las tesis antigradualistas han encontrado su principal bastión. Niles Eldredge, del Museo Americano de Historia Natural, y Stephen Jay Gould, de la Universidad de Harvard, propusieron en 1972 <sup>112</sup> que la microevolución o modificaciones graduales debidas a la selección natural no pueden explicar la macroevolución o transición entre grupos taxonómicos superiores, y que el modelo gradualista no permite interpretar el patrón obtenido en el registro fósil consistente en grandes periodos de estabilidad o “equilibrio” morfológico de las especies, interrumpidos o “puntuados” por cambios bruscos en cortos periodos de tiempo. Eldredge y Gould niegan que el registro fósil sea incompleto, y lo aceptan tal y como se presenta, sosteniendo que la aparición súbita de nuevas especies fósiles refleja que su formación se sigue a través de explosiones evolutivas, después de las cuales la especie sufrirá pocos cambios durante millones de años. Eldredge y Gould llamaron a este modelo el de **equilibrios puntuados**: Las especies cambian poco durante la mayor parte de su historia, pero ocasionalmente esta tranquilidad se ve puntuada por rápidos procesos de especiación.

En síntesis esta teoría establece que la Evolución no es un proceso gradual sino que se da de manera irregular, a saltos y con convulsiones. Donde cada especie es una entidad individual, delimitada en el tiempo por un origen, una historia y un final. <sup>113</sup> Y se basa en dos principios fundamentales:

1. La éxtasis: la mayoría de las especies no exhibe cambio direccional alguno durante su estancia sobre la tierra. Aparecen en el registro fósil con una apariencia muy similar a cuando desaparecen. El cambio morfológico es generalmente limitado y no direccional.
2. La aparición repentina: en cualquier área local, una especie no surge gradualmente por la transformación constante de sus antecesores, sino que aparece de una vez y plenamente formada.

---

<sup>112</sup> Eldredge, & Gould, (1972). Pág. 10

<sup>113</sup> Op cit. Pág. 380.

#### IV.4. Fuerzas evolutivas

Al primer obstáculo al que nos enfrentamos, es el distinguir las diferentes fuerzas que actúan en la Evolución y al nivel en que lo hacen, retomando la visión de Goldschmidt, creo necesario clarificar las ideas de microevolución y macroevolución y de que manera actúan las fuerzas evolutivas en cada nivel.

Goldschmidt <sup>114</sup> sostiene que así como la microevolución está gobernada por pequeñas mutaciones y son diferenciaciones mínimas en el seno de la especie. La macroevolución por su parte, esta gobernada por grandes mutaciones. Y es el tipo de cambio genético que se manifiesta cuando se pasa de una especie a otra, de un género a otro, por lo que es un término suplementario relativo al origen de las familias y de las categorías jerárquicas de rangos aun superiores.

Desde este enfoque, el proceso evolutivo se manifiesta de manera diferente en cada uno de las categorías taxonómicas, es decir la forma como se dan los cambios a nivel de individuo, es diferente como se da a nivel de especie. Asimismo las fuerzas que actúan en el proceso evolutivo dependen de la categoría taxonómica.

##### IV.4.1. La selección natural como proceso fundamental de la Evolución biológica

Para Gould, <sup>115</sup> el darwinismo es un complejo cuerpo de ideas integradoras, y lo representa con la estructura de un coral, que posee ramificaciones, cuyas ramas suelen hacer anastomosis lateral. Algunas de las ramas que constituyen esta estructura, son la “creatividad de la selección natural” de donde triverge el “Programa adaptacionista”, “gradualismo” y “requerimientos de la variación”.

Aunque la exposición teórica de la Evolución por selección natural resulta clara y bastante sencilla, el estudio de la misma en la naturaleza presenta considerables dificultades.

---

<sup>114</sup> Goldschmidt, R. (1940). Págs. 200 – 206

<sup>115</sup> Gould, S. (2004). Pág. 172

La intensidad de la selección, es decir, la dispar eficacia biológica de los distintos genotipos o fenotipos de una misma especie (polimorfismo), puede estimarse de modos diversos. En algunas especies polimórficas, la frecuencia de cada tipo depende de la situación geográfica de las poblaciones estudiadas. Se observa a veces que la frecuencia de un tipo se incrementa de manera gradual en una dirección determinada.<sup>116</sup>

Sin la selección natural no podríamos entender la Evolución biológica. Da cuenta de la función que cumplen numerosas propiedades de la Evolución. A través de la selección, los organismos establecen relaciones con el ambiente donde viven, propicias para su supervivencia, y adquieren, además, una organización interna de suerte tal, que las funciones específicas de los miembros componentes se integran y forman un sistema eficaz.<sup>117</sup>

La frase de Darwin "supervivencia del más apto" es muy popular y puede convertirse en una trampa al hablar de Evolución. Actualmente se define la adaptabilidad evolutiva como la contribución que hace un individuo al pool de genes de la siguiente generación, respecto a la contribución de otros individuos. Así, los individuos de mayor adaptabilidad evolutiva son aquellos que pasan el mayor número de genes a la siguiente generación.

Sin embargo, es el fenotipo, y no el genotipo, lo que se expone al ambiente. Por fenotipo no solo debemos entender la expresión del genotipo en interacción con el ambiente, también su metabolismo o por ejemplo la capacidad de que una enzima actúe a una determinada temperatura son características fenotípicas sobre las que actúa la selección natural.

Debemos recordar además que el fenotipo es la expresión de muchos genes diferentes, y también es el producto de las interacciones del genotipo con el ambiente. Un ejemplo es el caso de gemelos idénticos con diferente peso al momento del nacimiento.

---

<sup>116</sup> Audersik, T. (2004). Pág. 259.

<sup>117</sup> Griffiths, . *et al.* (2004) Págs. 236 – 237.

Para Futuyma <sup>118</sup> La selección natural es el proceso por el cual una especie se adapta a su medio ambiente. La selección natural lleva al cambio evolutivo cuando individuos con ciertas características poseen una tasa de supervivencia o reproducción más alta que los otros individuos de la población y pasan estas características genéticas heredables a su progeie. Puesto en forma simple, la selección natural es la diferencia consistente en la supervivencia y la reproducción entre genotipos diferentes, o hasta en genes diferentes, en lo que podríamos llamar éxito reproductivo, que halla en los diferentes procesos que producen la variación.

La selección natural, se basa en la reproducción diferencial de los individuos integrantes de una población. Débese tal disparidad en el éxito reproductor a la distinta capacidad de los componentes de la población para sobrevivir y reproducirse. Asimismo la selección natural, según Lewontin<sup>119</sup> requiere de tres condiciones;

- i) que los organismos de una población varíen en relación a cierta característica,
- ii) que estas diferencias sean heredables
- iii) las diferentes versiones de esa característica influyan en la capacidad de esos organismos para dejar descendientes (1970).

Gould,<sup>120</sup> reconoce que Darwin, explicó la manera interesante en la que la Selección natural actúa dependiendo del nivel de organización en la que esté presente, de esta manera reconoció que existen tres diferentes tipos de selección:

- Organísmica
- Tribal
- Supraorganísmica

---

<sup>118</sup> (Op Cit) Futuyma, D. (1986). Págs. 1-25.

<sup>119</sup> Lewontin, (1970) Pág. 12

Según Núñez y Eguiarte,<sup>121</sup> para Darwin había dos problemas en la Evolución: La diversidad y la adaptación. Los seres vivos son y eran extremadamente diversos, pero al mismo tiempo la mayoría de las formas de organización de la vida que pueden imaginarse no han existido jamás. La estructura jerárquica de la diversidad es la consecuencia de la estructura jerárquica del ambiente al que se adaptan las especies. Es decir, la diversidad viviente es una imagen de la diversidad del ambiente.

Sin duda, la selección natural es la fuerza evolutiva más conocida por todos nosotros. Es en esta fuerza que Charles Darwin basó su teoría de la Evolución. Es ésta la fuerza que hace que algunos individuos se reproduzcan más que otros y que de esta manera algunos genes aumenten en frecuencia. En unas pocas generaciones podría llegar a incrementar la frecuencia de estos genes adaptativos hasta fijarlos. En este caso también es la magnitud de un aspecto el que dirá si la selección natural puede ser una fuerza importante. Este parámetro es el coeficiente de selección. Es la importancia relativa que un genotipo tiene sobre otro.

<sup>122</sup>

Otra de las inconsistencias que presentan las teorías de la Evolución son atribuidas a la conceptualización que se tiene de la selección natural y Mayr<sup>123</sup> las identifica de la siguiente manera:

- Es posible que no se disponga de la variación genética necesaria para perfeccionar un carácter.
- La adopción de una solución y varias posibles ante una nueva oportunidad ambiental, puede restringir considerablemente las posibilidades de Evolución posterior

#### IV.4.2. La variación

---

<sup>120</sup> Gould, S. (2004). Pág. 160.

<sup>121</sup> Nuñez y Eguiarte, (1999). Págs. 27 - 38

<sup>122</sup> Tudge, C. (2001). Pág. 167

<sup>123</sup> Mayr, E. (2000). Pág. 215 – 216.



Mayr <sup>124</sup> sostiene que la variación hereditaria es un aspecto fundamental de la genética y es considerada como la materia prima de la Evolución. Precisa que:

*Los procesos responsables de la variación genética son: La recombinación génica, el flujo génico, los factores aleatorios y las mutaciones. La producción de variación resultó ser un proceso complejo. Los ácidos nucleicos pueden mutar (por cambios en su composición de pares de bases) y lo hacen con frecuencia. Además, durante la formación de los gametos (meiosis) en los organismos con reproducción sexual tiene lugar un proceso en el que los cromosomas parentales se fragmentan y reorganizan. El resultado es una enorme cantidad de recombinación genética de los genotipos parentales, que garantiza que cada descendiente sea único. Durante este proceso de recombinación, lo mismo que en la mutación, el azar es la fuerza suprema. En la meiosis hay toda una serie de pasos consecutivos en los que la reordenación de genes se produce al azar, lo cual introduce un importante componente aleatorio en el proceso de selección natural, El segundo paso de la selección natural es la selección propiamente dicha. Es decir, la supervivencia y reproducción diferencial de los nuevos individuos (zigotos), En casi todas las especies de organismos, de cada generación sólo sobrevive un pequeño porcentaje de los individuos; y ciertos individuos, debido a su constitución genética, tienen más probabilidades que otros de sobrevivir y reproducirse en las circunstancias imperantes.*

Gould, (2004) <sup>125</sup> sostiene que uno de los golpes más brillantes y osados, en la teoría de Darwin reside en el establecimiento de un conjunto de requerimientos precisos y rigurosos con lo que debe cumplir la variación:

- Tiene que darse en cantidad suficiente, es decir debe ser “copiosa”
- Toda la variación debe ir en cualquier dirección

---

<sup>124</sup> (op cit.) Mayr, E. (1998) Pág. 206.

- No debe ser demasiado acusada y
- Debe ser pequeña y profusa

#### IV.4.3. Las Mutaciones

Las teorías han pasado por diferentes momentos de maduración de acuerdo a los diferentes mecanismos que moldean la dinámica de las poblaciones. Darwin proponía que la selección natural era la fuerza más importante, pero cuando se redescubrieron las leyes de Mendel en 1900 se pensó que la mutación era la fuerza más importante en la dinámica de los genes. En la actualidad muchos evolucionistas sostienen que existen otras fuentes de variación genética. En cada generación se modifican los caracteres que delinear a una población. Si por otro lado, sólo un individuo de cada 10, 000, 000,000 presenta cierta mutación para una población como la humana, en promedio, un individuo de cada dos generaciones presentaría la mutación si el gene mutante fuera dominante. Para saber qué tan importante es la mutación se requiere conocer las tasas de mutación. Si éstas son muy altas, es decir, si la proporción de genes que mutan en cada generación es muy elevada, entonces la mutación es una fuerza muy importante. Si las tasas son muy bajas, entonces la variación es atribuible a otra fuente.

La selección natural actúa sobre los individuos, no sobre los genes individuales. Los organismos con períodos muy cortos entre generaciones y ciclos haploides como los procariontes, solo pueden evolucionar rápidamente mediante mutaciones. Sin embargo en la mayoría de los animales y vegetales, su condición diploide y sus ciclos de vida largos previenen que la mayoría de las mutaciones afecten de manera significativa a la variación de la población.

Sin lugar a dudas la fuente más importante de variabilidad en los eucariotas es la reproducción sexual. Promueve nuevas combinaciones de genes mediante mecanismos:

##### 1. Distribución independiente en la meiosis

---

<sup>125</sup> (op cit) Gould, S. (2004). Pág. 167

2. Crossing over o intercambio de genes
3. Combinación de dos genomas diferentes (paterno y materno) en el momento de la fecundación.

#### IV.4.4. La Migración

Uno de los valores que tienen que ver con la dinámica de las frecuencias alélicas en una población es la tasa de migración, es decir, la proporción de individuos que ingresan o salen de una población. El origen de nuevas especies tiene su fundamento en la divergencia entre las poblaciones, la diferenciación y el aislamiento de poblaciones. ¿Qué importancia puede tener, entonces la migración entre poblaciones? Sin lugar a dudas, si es muy grande puede eliminar, la diferenciación genética generada por el aislamiento, puede uniformar poblaciones que de otra manera divergirían, puede, en resumen, eliminar o en el mejor de los casos retrasar la Evolución. Al igual que en las tasas de mutación, la tasa de migración también es una proporción. Es la proporción de individuos de una población que provienen de otra población con diferentes frecuencias génicas.

Julian Huxley citado por Núñez y Eguiarte <sup>126</sup> denominó clinas a dichas gradaciones geográficas de caracteres fenotípicos. Estas gradaciones pueden producirse por un efecto histórico, es decir, por migración de distintos individuos a partir del centro de origen de un gen.

El estudio de las clinas constituye uno de los métodos para descubrir la acción de la selección en las poblaciones naturales. La variación geográfica de la selección comporta una correlación entre los caracteres y sus factores selectivos en las mutaciones, que son cambios originados de forma aleatoria en el genoma. Mutaciones producidas, además, por causas independientes del efecto ejercido en las características de los organismos. Porque existe plena independencia entre las causas y los efectos de las mutaciones decimos que éstas son aleatorias.<sup>127</sup>

---

<sup>126</sup> (Op cit.) Nuñez y Eguiarte. (1999). Pág. 21.

<sup>127</sup> Prevosti. y Serra. (2000). Pág. 15.

#### IV.4.5. Las extinciones

El descubrimiento de las extinciones masivas fue la segunda objeción presentada contra la teoría darwinista del gradualismo. Antes de Darwin, los catastrofistas, con Cuvier a la cabeza, insistían en que se habían producido varias extinciones masivas en las que las biotas dominantes quedaron diezmadas si no totalmente exterminados, para ser sustituidos por nueva biota.

Las extinciones masivas son acontecimientos cataclísmicos raros, que se superponen al ciclo darwiniano normal de variación y selección, que produce cambios graduales. Darwin era plenamente consciente de que la extinción de especies individuales y su sustitución por nuevas especies es un proceso continuo en la historia de la vida.<sup>128</sup>

Hay dos regímenes de extinciones: la extinción normal, que afecta a las especies estrechamente relacionadas, que a la pérdida de una le sigue la otra y la extinción en masa, que son más rápidas y devastadoras en cuanto a su magnitud. Al menos han ocurrido cinco extinciones en masa, y han dejado muchos huecos ecológicos que han permitido que sean ocupados por los descendientes de las especies supervivientes.

Esta ocupación del espacio disponible suele ir acompañada de una rápida y extensa diversificación morfológica que se denomina radiación adaptativa.

#### IV.4.6. La Deriva génica

Es una fuerza evolutiva que actúa cambiando las características de las especies en el tiempo. Es un efecto estocástico que emerge del rol del muestreo aleatorio en la reproducción. Se trata de un cambio aleatorio en la frecuencia de alelos de una generación a otra. Los efectos de la deriva genética son pequeños en la mayoría de las poblaciones naturales, pero pueden revestir especial importancia cuando tiene lugar la formación de una población a partir de muy pocos individuos o

---

<sup>128</sup> Mayr, E. (1997). Pág. 202.

efecto fundador, o cuando las poblaciones quedan reducidas a muy pocos individuos, son conocidos dos tipos de efectos.

- **Efecto fundador:** Es un proceso frecuente en algunas islas oceánicas, que son colonizadas por unos pocos individuos que genéticamente son poco representativos con respecto a la población de la que derivan.
- **Cuello de botella:** Se produce cuando una situación en la que, debido a condiciones ambientales adversas u otras circunstancias, la población se reduce drásticamente. Con posterioridad recupera su número, pero a partir de un corto número de individuos. Esta situación puede implicar la desaparición de determinados alelos aleatoriamente o que aumente la frecuencia de otros que en la anterior situación estaban menos representados.

La importancia evolutiva de éste fenómeno es grande, ya que a través de la deriva génica se presentan procesos de especiación. Es muy posible que en lugares como el archipiélago de las Galápagos, la diversidad de especies de una isla a otra se deba a éste proceso.

Barahona y Piñero<sup>129</sup>, sostienen que la deriva génica es un proceso que se da en el momento de la fecundación de los gametos. Es decir de una multitud de gametos, solo un número limitado puede ser fecundado. Si el tamaño de esa población de gametos es  $N$ , entonces la población perderá heterocigotos a una velocidad que es proporcional al tamaño de la población. En el proceso de la deriva génica no se pierde variabilidad genética, sino que la variabilidad existente se reacomoda entre homocigotos y heterocigotos,

Así bien los alelos pueden aumentar o disminuir su frecuencia debido a la deriva. Un porcentaje pequeño de alelos puede cambiar en frecuencia continuamente en una dirección durante varias generaciones, de la misma manera que, a veces, al lanzar una moneda varias veces, aparecen cadenas de caras y

---

<sup>129</sup> Barahona, y Piñero. (2002). Pág 130.

cruces. Algunos alelos mutantes nuevos pueden llegar hacia la fijación mediante la deriva.

#### IV.4.7. La Adaptación

En la Biología evolutiva el término adaptación posee dos significados. El primero se refiere a los rasgos que aumentan la supervivencia y el éxito reproductivo de sus portadores. La segunda se refiere al proceso por el cual se adquieren estos rasgos, es decir, los mecanismos evolutivos que los producen.<sup>130</sup>

García Azkonobieta<sup>131</sup> plantea que los biólogos evolucionistas dan ahora a la selección natural un papel más central que en tiempos de Darwin. E insiste que tienden a rechazar la idea de que la Evolución dependa parcialmente de otros mecanismos. Los “adaptacionistas”, término acuñado por Gould y Lewontin (1979)<sup>132</sup>, y que ha sido dominada por el pensamiento evolucionista a lo largo de los EUA e Inglaterra, durante los pasados 40 años, centran sus esfuerzos en mostrar el poder de la selección natural como fuerza evolutiva.

Desde este punto de vista, una adaptación se entiende como un producto modificado durante su historia evolutiva de forma que, siendo más eficaz en el desempeño de su función, ha contribuido a aumentar la *fitness* del organismo<sup>133</sup>

En la visión externalista, por lo tanto, el concepto de función va ligado al de adaptación. Es decir, una función se entiende como el resultado de un proceso histórico de selección sobre un rasgo. Existe, sin embargo, otro concepto de función en biología, un concepto no-histórico de función, más habitual en anatomía y fisiología, que se usa para explicar las actividades que un organismo realiza “aquí y ahora”<sup>134</sup>. Este concepto es característico de la visión internalista, que deriva el

---

<sup>130</sup> Purves, (2002). Pág. 393

<sup>131</sup> García A. (2005). Pág. 67

<sup>132</sup> Gould, S. y R. Lewontin. (1979). Págs. 581 – 589

<sup>133</sup> Burian, (1983). Pág 288.

<sup>134</sup> Amundson & Lauder (1994), Pág. 74

carácter funcional de la vida de las propiedades sistémicas de la misma, de la mutua dependencia co-constructiva entre las partes que componen el organismo <sup>135</sup>

El programa adaptacionista pretende considerar que la Evolución de las especies es posible explicarla desde un punto de vista “panglosiano” <sup>136</sup> esto es que la naturaleza se acomoda en las especies originando su cambio

Asimismo el programa adaptacionista, sustenta su planteamiento en dos aspectos fundamentales: <sup>137</sup>

- Un organismo es atomizado dentro de los rasgos y estos son explicados como estructuras óptimamente diseñadas por la selección natural para sus funciones. Los organismos son entidades integradas, no colecciones de objetos discretos
- Los organismos no pueden optimizar cada parte a expensas de otro

---

<sup>135</sup> García Azkonobieta Tomás. (2005). Pág. 61.

<sup>136</sup> Gould y Lewontin aluden aquí a las ideas expresadas por el Dr. Pangloss en el *Cándido* de Voltaire. En esta obra, Voltaire satiriza las doctrinas de Leibniz, que mantenía que éste es el mejor de los mundos posibles. Según Pangloss en este mundo todo existe por un propósito. “Las cosas no pueden ser de otra forma... Todo está hecho para el mejor propósito. Nuestras narices fueron hechas para llevar lentes, por eso tenemos lentes.”

<sup>137</sup> (Op Cit) Pág 150

#### IV.4.8. La Selección Sexual

La selección natural puede dividirse en muchos componentes, y la supervivencia es sólo uno de ellos. El atractivo sexual es un componente muy importante de la selección, tanto que los biólogos utilizan el término selección sexual cuando hablan sobre este subconjunto de la selección natural.

La selección sexual es la selección natural operando sobre los factores que contribuyen al éxito de apareamiento de un organismo. Pueden evolucionar caracteres que son un riesgo para la supervivencia cuando el atractivo sexual de un carácter pesa más que el riesgo incurrido para la supervivencia. Un macho que vive poco tiempo, pero produce mucha descendencia, tiene mucho más éxito que uno que vive mucho y produce poca. Los genes del primero acabarán dominando el acervo genético de su especie. En muchas especies, especialmente en las especies poliginias donde unos pocos machos monopolizan a todas las hembras, la selección sexual ha provocado un pronunciado dimorfismo sexual. En estas especies, los machos compiten contra otros machos por las parejas. La competición puede ser directa o mediada por la elección femenina. En las especies donde las hembras eligen, los machos compiten exhibiendo características fenotípicas llamativas y/o llevando a cabo elaborados comportamientos de cortejo. Luego, las hembras se aparean con los machos que más les interesan, normalmente los que tienen la presentación más estrafalaria. Hay muchas teorías que compiten por explicar por qué las hembras son atraídas por estas exhibiciones.



## CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA.

### Biología IV: Primera unidad

¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?

**Propósito:** Al finalizar la unidad, el alumno comprenderá que las especies son el resultado de la evolución a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos, para que explique el origen de la biodiversidad

TIEMPO: 32 horas

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMATICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconoce que la selección natural es la fuerza principal que determina el proceso de la evolución.</li> <li>•Explica la adaptación como proceso que influye en la diversidad biológica.</li> <li>•Explica el papel de la extinción en la reconfiguración de la diversidad biológica.</li> <li>•Aplica habilidades y actitudes al llevar a cabo actividades documentales, experimentales y de campo, que contribuyan a la comprensión y valoración del papel de los procesos evolutivos en el origen de la biodiversidad.</li> <li>•Diseña una investigación sobre alguno de los temas o alguna situación cotidiana relacionada con la temático del curso, al aplicar las siguientes habilidades; elaboración de un marco teórico, delimitación de un problema, y planificación de estrategias para abordar su solución.</li> <li>•Aplica habilidades y actitudes para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El profesor promoverá actividades de apertura, desarrollo y cierre que propicien el logro de los aprendizajes.</li> <li>•El profesor detectara los conocimientos previos de los alumnos que propicien el logro de los aprendizajes.</li> <li>•El profesor diseñara instrumentos que permitan al alumnos relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre el proceso evolutivo como origen de la biodiversidad.</li> <li>•Los alumnos recopilaran, analizaran e interpretaran información procedente de diferentes fuentes sobre los aspectos diseñados sobre la temática.</li> <li>•Los alumnos en equipos llevaran a cabo experiencias de laboratorio o de campo, que puedan ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos sobre algunos aspectos de los temas estudiados.</li> <li>•Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de la temática abordada.</li> </ul>	<p><b>TEMA 1. Fuerzas evolutivas y sus consecuencias.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Selección natural</li> <li>•Adaptación</li> <li>•Extinción</li> <li>•Deriva génica</li> </ul> <p><b>TEMA 2. Mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Concepto de espacio; biológico y taxonómicos.</li> <li>•Especiación Alopátrica, Simpátrica e hibridación</li> <li>•Radiación adaptativa, evolución divergente, convergente y coevolución</li> </ul>

## Planeación didáctica para el tema: La evolución como proceso que explica la diversidad de los sistemas vivos

Al finalizar la unidad, el alumno identificara los mecanismos que han favorecido la diversificación de los sistemas vivos, a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo

**TIEMPO: 16 horas**

tiempo	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN	PRODUCTO
2 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Encuadre del curso</li> <li>•Diseño y aplicación de ejercicio de ABP.</li> <li>•Diseño y entrega de cuadro CQA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Resolución de ejercicio de ABP para la evocación de conocimientos previos.</li> <li>•Inician llenado de cuadro CQA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejercicio de ABP</li> <li>•llenado de cuadro CQA</li> <li>•participación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Consolidación de las ideas y conocimiento previos</li> <li>•Cuadro CQA parcial.</li> </ul>
10 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Proporciona lectura y entrega cuestionario</li> <li>•Proyección de video.</li> <li>•Revisión de avances en la Ac. Experimental.</li> <li>•Conducción de actividad Exposición – discusión.</li> <li>•Diseño y aplicación de instrumentos de evaluación, y material didáctico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Realización de la lectura en equipos de tres integrantes.</li> <li>•Resolución del cuestionario de manera individual.</li> <li>•Observación y análisis de video.</li> <li>•Realiza actividad experimental 1</li> <li>•Realiza actividad experimental 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Habilidades y actitudes (bitácora col.)</li> <li>•Cuestionarios</li> <li>•Habilidades para la presentación oral de los avances. (rubrica)</li> <li>•Construcción de diagrama de árbol.</li> <li>•Auto evaluación (bitácora col.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bitácora col. Cambios de actitud</li> <li>•Desarrollo de habilidades</li> <li>•Cuestionarios resueltos</li> <li>•Contrastación con teoría alternativas</li> <li>•Avances del trabajo experimental.</li> <li>•Construcción del mapa conceptual.</li> </ul>
4 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Revisión de los resultados en la actividad experimental.</li> <li>•Conducción de las exposiciones grupales.</li> <li>•Presentación de la V de Gowin.</li> <li>•Aplicación de rubricas y bitácora col y cuadro CQA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Entrega del informe del trabajo experimental</li> <li>•Exposición de resultados de la ac. experimental</li> <li>•Discusión de resultados de manera grupal.</li> <li>•Llenado de V de Gowin, rubricas, bitácora col y cuadro CQA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Habilidades para la exposición oral y escrita</li> <li>•Entrega de informe y evidencias, V de Gowin y cuadro CQA, rubricas, bitácora col.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollo de habilidades y actitudes para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo.</li> <li>•Etc.</li> </ul>

V.2. Referente didácticos que constituyen esta propuesta:

- Aprendizaje Basado en Problemas
- Investigación Dirigida.
- Exposición – Discusión.
- Contrastación de modelos

**Recursos didácticos:**

- Un texto
- Un video
- Un guión experimental
- Un ejercicio para la aplicación de las tecnologías de la comunicación y la información (TIC)

Instrumentos de evaluación y de apoyo para cada uno de los materiales didácticos. Estos instrumentos están diseñados para evaluar los contenidos; declarativos, actitudinales y procedimentales. Entre los que destacan:

- Ejercicio ABP
- Cuadro CQA
- Diagrama de árbol
- V de Gowin
- Rubrica
- Bitácora col.
- Cuestionarios

A continuación describo la manera como está estructurada y planeada la secuencia didáctica. Cabe mencionar que dicha planeación, considera los tres momentos del proceso de enseñanza aprendizaje, propuestas por diferentes autores, sin que con esto se entienda que el proceso de enseñanza – aprendizaje se da de manera segmentada, ya que en todo momento los diferentes recursos empleados en la estrategia didáctica se concatenan algunos y otros son empleados

a lo largo de todo el proceso. Para referirme a los diferentes momentos, adopto los títulos propuestos por Díaz y Hernández (2005) a saber: Estrategias Preinstruccionales (inicio), estrategias Coinstruccionales (desarrollo) y estrategias Postinstruccionales (cierre)

### V.3 Estrategias preinstruccionales y /o actividad focal introductoria (inicio)

Actividad 1: Presentación de la planeación, ubicando claramente el propósito, alcances, y compromisos.

#### BIOLOGIA II: PRIMERA UNIDAD

¿Cómo se explica el origen, Evolución y diversidad de los sistemas vivos?

PROPÓSITO: Al finalizar, el alumno identificará los mecanismos que han favorecido la diversificación de los sistemas vivos, a través del análisis de las teorías que explican su origen y Evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo

Tiempo: 16 horas

APRENDIZAJE	tiempo	ESTRATEGIAS		ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN
		ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	
<input checked="" type="checkbox"/> Explica las teorías evolutivas formuladas por Lamarck y Darwin – Wallace. <input checked="" type="checkbox"/> Valora las aportaciones de Darwin al desarrollo del pensamiento evolutivo <input checked="" type="checkbox"/> Explica la teoría sintética y reconoce otras aportaciones recientes en el estudio de la Evolución de los sistemas vivos. <input checked="" type="checkbox"/> Describe evidencias que fundamentan la Evolución de los sistemas vivos. <input checked="" type="checkbox"/> Aplica habilidades y actitudes al llevar a cabo actividades documentales, Experimentales, que contribuyen a la comprensión y valoración del papel de los procesos evolutivos de los sistemas vivos. <input checked="" type="checkbox"/> Desarrolla habilidades en el empleo del pensamiento crítico. <input checked="" type="checkbox"/> Reconoce el riesgo de la automedicación, en la salud y en la Evolución de las bacterias.	2 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Encuadre del curso</li> <li>○ Indagación de ideas previas</li> <li>○ Empleo de modelo ABP</li> <li>○ Diseño y entrega de cuadro CQA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Resolución de ejercicio de ABP para la evocación de conocimientos previos.</li> <li>○ Inician llenado de cuadro CQA</li> </ul>	<b>Diagnostica</b> Resolución de ABP Llenado parcial de cuadro CQA. <b>Formativa</b> Manejo de conceptos biológicos, Actitud hacia el trabajo en equipo Actitud propositiva Habilidades en el manejo de material de laboratorio. Habilidades en la comunicación escrita y verbal Habilidad para el razonamiento lógico Actitud crítica, manejo de conceptos biológicos. <b>Integrativa</b> Diagrama de árbol Asist. y participación Cuestionarios V de Gowin Rubricas Bitácora col. Cuadro CQA
	DESARROLLO 10 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diseño de una lectura guiada con actividad de autoevaluación</li> <li>○ Estrategia audiovisual con cuestionario guía.</li> <li>○ Desarrollo de guión experimental.</li> <li>○ Conducción de actividad Exposición – discusión.</li> <li>○ Estrategia de evaluación.</li> <li>○ Revisión de los resultados en la actividad experimental.</li> <li>○ Modelo expositivo, “como llenar la V de Gowin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Realización de la lectura en equipos de tres integrantes.</li> <li>○ Resolución del cuestionario de manera individual, y de manera grupal.</li> <li>○ Observación, y análisis del video. Resuelve el cuestionario de manera individual.</li> <li>○ Discute en equipo y en grupo las respuestas del cuestionario</li> <li>○ Presenta ante el grupo los avances en la Ac. Experimental</li> </ul>	
	CIERRE 4 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Conducción de las exposiciones grupales.</li> <li>○ Presentación de la V de Gowin.</li> <li>○ Aplicación de rubricas y bitácora col y cuadro CQA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Exposición de resultados de la ac. experimental</li> <li>○ Discusión de resultados de manera grupal. Y presentación de V de Gowin,</li> <li>○ Llenado de rubricas, bitácora col y cuadro CQA</li> </ul>	

TEMATICA

Tema II. La Evolución como proceso que explica la diversidad de los sistemas vivos.

- Concepto de Evolución
- Aportaciones al desarrollo del pensamiento evolutivo:
- Teoría de Lamarck, teoría de Darwin – Wallace. Teoría sintética
- Otras aportaciones: neutralismo y equilibrio puntuado
- Evidencias de la Evolución: Paleontológicas, anatómicas, embriológicas, biogeográficas y moleculares
- Consecuencias de la Evolución: adaptación, extinción y diversidad de especies.

## Actividad 2

Con base en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas. Se induce a los alumnos a la evocación de conocimientos previos, a través de la presentación de un problema:

El modelo de ABP se caracteriza porque los estudiantes se enfrentan a un problema que tratan de resolver activamente mediante situaciones de discusión con los otros (*aprendizaje cooperativo*). Durante el proceso de comprensión del problema y planteamiento de estrategias de solución, los estudiantes aprenden contenidos y recursos procedimentales (metodologías, técnicas, habilidades), así como estrategias autorreguladoras sobre cómo afrontar diferentes clases de problemas.<sup>138</sup>

El ABP pretende formar estudiantes activos, independientes y orientados a la solución de problemas. Mediante este modelo educativo se posibilita el *aprendizaje significativo y social*, así como el desarrollo de habilidades, actitudes y valores. En el proceso de trabajo grupal, los estudiantes mejoran su rendimiento y desempeño, van integrando una metodología propia, desarrollan habilidades de pensamiento crítico, análisis, síntesis, auto evaluación y autorregulación.<sup>139</sup>

Cabe señalar que la decisión de emplear este modelo, responde meramente a sus virtudes, ya que: Promueve la motivación intrínseca y despierta el interés por el tema a estudiar

<sup>138</sup> Gómez, et al. (2004). Pás 3..

<sup>139</sup> Martínez. Et al.,(2006). Pág. 37

## **MATERIAL PARA EL ALUMNO**

### **¡ESOS TACOS RICOS PERO PELIGROSOS!**

Juan, pasó a la taquería “El Paisa” y se comió media docena de tacos de suadero. Horas después, empezó a sentir molestias estomacales, que en poco tiempo se convirtieron en vomito y diarrea. Su madre lo llevo rápidamente al médico, él cual de manera urgente le aplico un antibiótico vía intravenosa. Juan al sentir alivio dejo el tratamiento, pero posteriormente las molestias regresaron y en esta ocasión el antibiótico no las disminuyó.

**Pistas/ hechos/ datos orientadores:**

**Problemas:**

**Hipótesis/ posibles explicaciones:**

**Áreas/ objetivos de aprendizaje:**

**Fuentes de información:**

### **¡ESOS TACOS RICOS PERO PELIGROSOS!**

Juan, pasó a la taquería “El Paisa” y se comió media docena de tacos de suadero. Horas después, empezó a sentir molestias estomacales, que en poco tiempo se convirtieron en vomito y diarrea. Su madre lo llevo rápidamente al médico, él cual de manera urgente le aplico un antibiótico vía intravenosa. Juan al sentir alivio dejo el tratamiento, pero posteriormente las molestias regresaron y en esta ocasión el antibiótico no las disminuyó.

#### **Pistas/ hechos/ datos orientadores:**

Juan, se comió media docena de tacos de suadero, en la taquería “El Paisa”.

Empezó a sentir molestias estomacales.

Horas después de haberse comido los tacos las molestias estomacales se convirtieron en vomito y diarrea.

El médico le aplico un antibiótico vía intravenosa.

Juan dejó de aplicarse el antibiótico, al sentir alivio.

Juan dejo de aplicarse el antibiótico y las molestias estomacales regresaron.

Juan volvió a aplicarse el antibiótico y las molestias no disminuyeron.

#### **Problemas:**

1. ¿Cuáles son las condiciones higiénicas de la taquería el “paisa”?
2. ¿Qué provoco las molestias estomacales de Juan?
3. ¿Por qué las molestias se convirtieron en vomito y diarrea?
4. ¿Por qué el médico le aplico un antibiótico vía intravenosa?
5. ¿Por que ya no fue efectivo el tratamiento después de suspenderlo?

#### **Hipótesis/ posibles explicaciones:**

Porque el lugar carecía de higiene y los tacos que Juan se comió estaban contaminados con bacterias.

Juan tenía una infección causada por bacterias.

Las bacterias se reprodujeron en gran cantidad al encontrar las condiciones propicias

Las infecciones causadas por algunas bacterias provocan vomito y diarrea.

En la segunda ocasión en la que Juan tomo el tratamiento ya no fue efectivo por que las bacterias que no murieron en la primera aplicación se reprodujeron y heredaron la resistencia a ese tratamiento.

#### **Objetivos de aprendizaje:**

Mutaciones.

Variación Genética.

Selección Natural.

#### **Fuentes de información:**

Audersirk, T. (1999). **Evolución y Ecología**. Prentice Hall Hispanoamericana.

### Actividad 3

Posteriormente se solicita a los alumnos el llenado de una tabla CQA. En las que responde a las preguntas correspondientes a las columnas 1 y 2 , previamente se les explica que esta tabla es llamada así ya que esta constituida por tres columnas, la primera que se refiere a lo que el alumno saben del tema, por eso se representa con la inicial C (Conozco) ¿Qué conozco de Biología evolutiva? La segunda columna se refiere a lo que el alumno quiere aprender del tema, se representa con la letra Q (Quiero) ¿qué Quiero saber de Biología evolutiva? y la tercera se refiere a lo que el alumno Aprendió del tema, se representa con la inicial (A) Aprendí ¿qué Aprendí sobre Biología evolutiva?

Tabla CQA para evaluación diagnostica

Nombre \_\_\_\_\_ grupo \_\_\_\_\_

¿Qué es lo que conozco sobre Biología evolutiva? (C)	¿Qué es Lo que quiero conocer / aprender de Biología evolutiva? (Q)	¿Qué es Lo que aprendí de Biología evolutiva? (A)

Con lo anterior será posible.



- Activar los conocimientos previos de los alumnos.
- Servir como focos de atención o como referentes de situaciones posteriores, e
- Influir de manera poderosa en la atención y motivación de los alumnos.

#### **V.4. Estrategias coinstruccionales (desarrollo)**

**Actividad 4:** Realización de la lectura por parte de los alumnos.

Descripción del texto. En la práctica docente cotidiana, con frecuencia se hace necesario la incorporación de diferentes apoyos que permiten complementar y enriquecer la actividad en el aula. Estos elementos, bien puede ser diseñados y elaborados por el docente a través de recursos y medios sumamente sencillos pero efectivos, hasta aquellos otros que se pueden diseñar y generar a través del trabajo multidisciplinario,

Texto: ¿Qué es la Evolución biológica?, Esta constituido por seis cuartillas, que contiene lo siguiente:

- Revisión sobre el concepto Evolución, las diferentes teorías y evidencias de la Evolución y Las Fuerzas evolutivas y sus consecuencias,
- Glosario.
- Ejercicio de auto evaluación.
- Análisis y resolución de cuestionarios
- Discusión grupal

## ¿Qué es Evolución biológica?



Árbol filogenético, desde la propuesta de Woese. Donde se aprecian los tres dominios y tres reinos



### **ORGANIZADOR AVANZADO**

Se ha reconocido que el concepto de Evolución forma parte de un núcleo conceptual, integrado por otros como: La selección natural, extinción, adaptación, deriva génica, migración. Entre otras. Hay que partir de la afirmación de que la Evolución es un hecho y no una teoría. El reto entonces es entender la forma como se da este proceso y reconocer a los mecanismos que están implicados. En la actualidad la visión con mayor capacidad explicativa es la llamada teoría Sintética la cual retoma la visión de Darwin y se apoya en los avances de la ciencia. Asimismo es importante reconocer a los diferentes procesos responsables de la materia prima de la Evolución, la variación genética, estas son la recombinación, y la mutación. Y evidentemente no podemos dejar de pensar en las consecuencias de todo esto, la biodiversidad.

**L**os organismos biológicos se agrupan en unidades naturales de reproducción que denominamos especies. Las especies que ahora pueblan la Tierra proceden de otras especies distintas que existieron en el pasado, a través de un proceso de descendencia con modificación. Existe una gran cantidad de intentos por definir los aspectos fundamentales de la Evolución, y por ende por describir de manera más precisa en que consiste este proceso, en lo que la mayoría de estudiosos del tema coinciden, es en reconocer que la Evolución implica una serie de cambios que se fijan en las poblaciones a lo largo del tiempo. puede o no ser un proceso gradual, que no es direccional, y que el azar juega un papel importante.

### **El estudio de la Evolución**

Los estudios y afirmaciones relacionados con la Evolución generalmente se refieren a uno de dos aspectos distintos:

- Las investigaciones del hecho de la Evolución
- Las que se refieren al mecanismo de la Evolución.

Las primeras abarcan las disciplinas biológicas, tales como la paleontología, la clasificación, la Biología comparada, la Biología de poblaciones. Las segundas, las afirmaciones acerca del mecanismo de la Evolución, son las que nos informan de los factores, fuerzas o procesos que producen el cambio evolutivo, es decir, los mecanismos naturales que causan la descendencia con modificación.

Dos organismos vivos cualesquiera, por diferentes que sean, comparten un antecesor común en algún momento del pasado. Nosotros y cualquier chimpancé actual compartimos un antepasado hace algo así como 5 millones años. También tenemos un antecesor común con cualquiera de las bacterias hoy existentes, aunque el tiempo a este antecesor se remonte en este caso a más de 3000 millones de años.

La Evolución es el gran principio unificador de la Biología, sin ella no es posible entender ni las propiedades distintivas de los organismos, sus adaptaciones; ni las relaciones de mayor o menor proximidad que existen entre las distintas especies. La teoría evolutiva se relaciona con el resto de la Biología de forma análoga a como el estudio de la historia se relaciona con las ciencias sociales. La famosa frase del genético evolucionista Theodosius Dobzhansky que abre este tema, no es más que una aplicación particular del principio más general que afirma que nada puede entenderse sin una perspectiva histórica.

Así bien, la historia nos enseña que siempre han existido pensadores con el interés de aportar elementos que nos permita explicar los fenómenos sujetos a cambio. Entre las más importantes esta la propuesta de Lamarck, Darwin, Dobzhansky, Mayr, Simpson, por citar algunos

### Biología integral

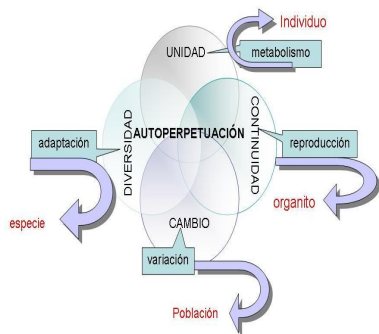
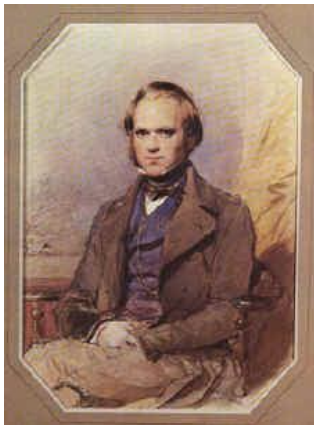


Diagrama que muestra la manera como se concibe los conceptos integradores de la Biología, entre ellos el concepto cambio, el cual describe a la Evolución



Jean Baptiste de Lamarck Caballero de Lamarck sostuvo con su clásico ejemplo de las jirafas que estas desarrollaron su cuello gracias al uso constante de él para alcanzar el alimento, característica que al ser adquirida era transmitida a su descendencia.



El naturalista británico Charles Darwin (1809-1882) introdujo en su libro El origen de las especies (1859) dos ideas revolucionarias: la Evolución biológica y la selección natural

### Teoría de Lamarck

La teoría Lamarckiana dice que el cuello de las jirafas actuales es largo en razón que sus antepasados progresivamente ganaron cuellos más largos por el esfuerzo de conseguir comida en niveles cada vez más altos de los árboles. El trabajo de Lamarck dio vida a una teoría que señalaba la existencia de cambios en las especies en el tiempo debido al uso o desuso de sus órganos y postuló un mecanismo para ese cambio, la adaptación.

La teoría de Jean Baptiste de Lamarck se basa en cuatro principios fundamentales:

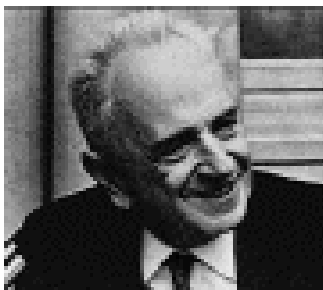
- ✚ La herencia de los caracteres adquiridos
- ✚ La capacidad de los organismos para adaptarse al medio
- ✚ La existencia en los organismos de un impulso interno hacia la perfección.
- ✚ El hecho frecuente de la generación espontánea

### La revolución darwiniana

Aunque la idea de la Evolución tenía precedentes, no fue hasta 1859, con la aparición de la obra El origen de las especies del naturalista británico Charles Darwin, que la idea de la Evolución se estableció definitivamente. Darwin recopiló e interpretó un gran número de observaciones y experimentos de muy diversas disciplinas de investigación y los presentó como un argumento irrefutable en favor del hecho de la Evolución. Pero Darwin suministró además un concepto nuevo: la selección natural.



A diferencia de Darwin que pertenecía a la clase alta inglesa, Alfred Russel Wallace (1823-1913) también inglés, provenía de un estrato social diferente.



"Nada tiene sentido en Biología si no es bajo el prisma de la Evolución"

Theodosios Dobzhansky

En 1858, Darwin recibió una carta de Wallace, en la cual detallaba sus conclusiones, las que por cierto eran muy similares a las propuestas por Darwin. Darwin y sus colegas leyeron el trabajo de Alfred Russel Wallace, el 1º de Julio de 1858 en una reunión de la Sociedad Linneana.

Wallace pasó muchos años en Sudamérica, publicó sus notas en Viajes en el Amazonas y el Río Negro en 1853. y más tarde al archipiélago Malayo

Esta teoría propuesta por ambos se basa en las siguientes afirmaciones:

Entre los miembros de una especie dada, ocurren diferencias hereditarias, algunas de estas aumentan las posibilidades de sobrevivir mientras que otras las disminuyen.

En vista de la cantidad limitada de alimento y de territorio nacen más organismos de los que pueden sobrevivir.

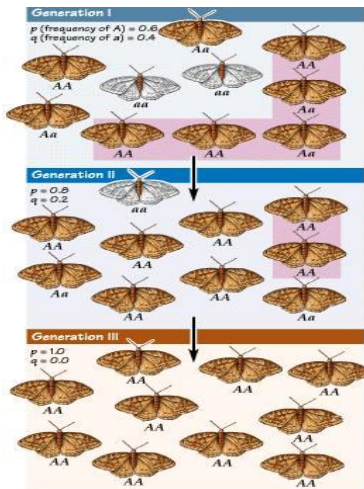
La limitación existente de aquellas cosas que suplen las necesidades básicas, trae la competencia, esta es más severa entre individuos de una misma especie; porque sus necesidades son casi idénticas.

Aquellos organismos ventajosos en la competencia tienen más oportunidades de reproducirse.

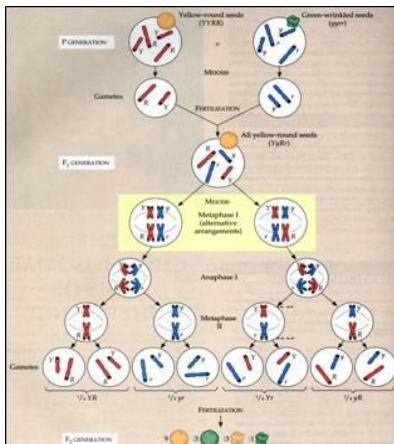
La unidad básica de la Evolución es la población procreadora, es decir un grupo de individuos de la misma especie son capaces de entrecruzarse.

La Teoría de la Evolución en la actualidad.

Explicar la forma como ocurre la Evolución, y la forma como se heredan las variaciones de una generación a otra, son algunas interrogantes, que ni Darwin ni Wallace tuvieron los elementos suficientes para contestarlas. El monje agustino Gregor Mendel había publicado sus trabajos acerca de la genética pero Darwin no llegó a conocerlos. Redescubiertos los trabajos de Mendel en 1900, la genética de poblaciones proveyó las respuestas



Las variaciones en el seno de una población pueden ser desde características poco evidentes, hasta las más evidentes como el color, lo cual puede dirigir la Evolución de una especie hasta permitir que se origine otra diferente



La distribución de los caracteres homólogos durante la recombinación genética en la meiosis, puede ocurrir de manera azarosa, lo que posibilita la manifestación de mutaciones en el fenotipo

necesarias. Las combinaciones de los principios de la genética mendeliana y la teoría de la Evolución de Darwin, apoyadas en los avances de la ciencia y la tecnología actual, permitieron la estructuración de la Teoría Sintética

Stebbins y Ayala mencionan que los creadores de la teoría sintética, entre los que se encuentra Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Gaylord Simpson, Julian Huxley y Ledyard Stebbins, añadieron nuevos elementos a los fundamentos darwinistas:

### La Evolución es gradual

La Evolución comprende dos procesos fundamentales uno aleatorio (la producción de la variación), y otro por la selección natural

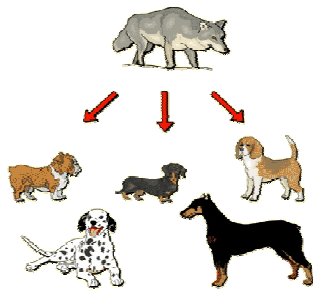
La Evolución presenta una naturaleza dual: Adaptación en el interior de las especies y diversificación en todos los niveles taxonómicos, a partir del proceso de especiación.

La selección natural es la principal fuerza

### El pensamiento poblacional

Para comprender su teoría de la Evolución y de la selección natural, Darwin tuvo que introducir una nueva forma de entender la variación en la naturaleza, el pensamiento poblacional. En el tiempo de Darwin las especies se consideraban entidades fijas e inmutables; representaban a un tipo platónico, la idea perfecta de la mente de su creador. Las diferencias en la forma, en la conducta, o en la fisiología de los organismos de una especie no eran más que imperfecciones, errores en la materialización de la idea de la especie. En contraste con esta visión esencialista dominante, la variación individual, lejos de ser trivial, es para Darwin la piedra angular de la Evolución. La variación en el seno de las especies o poblaciones es lo único real, es la materia prima de la Evolución

Evolución, a partir de la que se va a generar toda



Las diferentes razas de perro que el hombre ha obtenido por selección artificial ilustran el potencial de cambio que tienen las especies.



Para leer el pasado, tenemos que hacerlo como si se tratase de un libro donde hacen falta muchas letras". Parafraseando a Darwin.

la diversidad biológica. Son las diferencias existentes entre los organismos de una especie las que, al magnificarse en el espacio y en el tiempo, producirán nuevas poblaciones, nuevas especies, y por extensión, toda la diversidad biológica.

### La variación genética

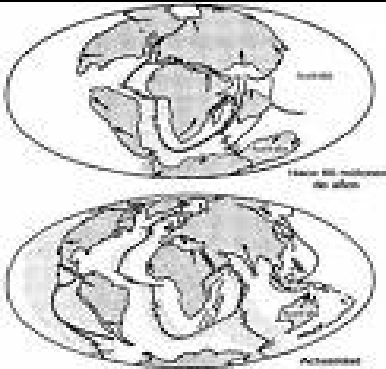
La variación hereditaria es un aspecto fundamental de la genética y es considerada como la materia prima de la Evolución. Dos son los procesos responsables de la variación genética, la recombinación y las mutaciones.

La mutación es la fuente primaria del cambio genético; nuevos alelos aparecen continuamente en todos los organismos, algunos de forma espontánea otros como resultado de la exposición a agentes mutagénicos ambientales. Los nuevos alelos se convierten en la materia prima de la segunda nivel de variación, el que se produce por recombinación. Como sugiere su nombre, es el proceso mediante el que alelos de distintos genes se asocian en nuevas combinaciones. En los eucariontes la mayor parte de la recombinación se produce durante la meiosis, y en los procariontes se da mediante el establecimiento de canales de intercambio del material genético, en el momento de la división celular, o mediante la intervención de vehículos (virus)

### La evidencia de la Evolución

#### El Registro Fósil

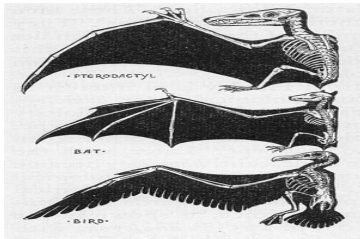
El registro fósil nos proporciona una historia del pasado que, demuestra un cambio evolutivo a lo largo de 3465 millones de años. El registro tiene zonas desconocidas.



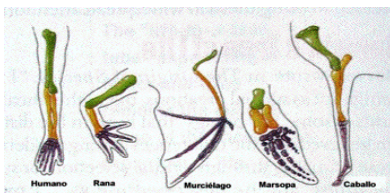
Hecho 1. Ni la semejanza ni la diferencia de los habitantes, pueden explicarse totalmente por las condiciones del clima u otras condiciones físicas.

Hecho 2. Las barreras de todas clases están relacionadas con las diferencias de todas las especies.

Hecho 3. La afinidad de especies del mismo continente.



Analogías



Homologías

### Evidencias biogeográficas

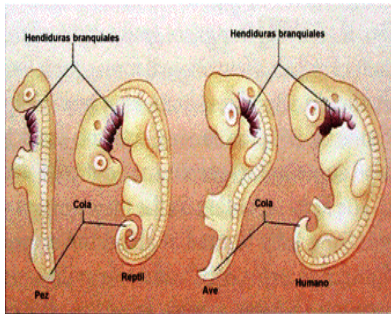
La distribución geográfica de los seres vivos, muestra una progresiva diversificación adaptativa que les ha permitido colonizar nuevos ambientes. Es decir, las especies se originan en áreas concretas a partir de la cuales se dispersan colonizando nuevos ambientes, dando lugar aun proceso de especiación que genera un mayor número de especies.

Sin embargo el mismo Darwin reconoció tres hechos fundamentales en los que la distribución geográfica ofrece evidencias de las diferencias y semejanzas de los seres orgánicos.

### Evidencias anatómicas – morfológicas

La anatomía comparada ofrece evidencias claras de la Evolución, éstas representaron durante mucho tiempo, una de las herramientas mas importantes para establecer relaciones filogenéticas entre las especies. Asimismo las evidencias anatómicas dan cuenta de la acción de las diferentes fuerzas evolutivas y su relación con el ambiente, tal es el caso de las estructuras análogas, las alas de las moscas y las alas de las aves son un claro ejemplo de esto. Existen otras evidencias anatómicas importantes y son las que han sido producidas por un proceso de Evolución divergentes, me refiero a las estructuras homólogas y vestigiales, las cuales tienen una relación filogenética, aunque no sean empleadas para realizar la misma función, las aletas de las ballenas y las extremidades del humano, tienen una función diferente pero poseen





No fue hasta principios del siglo XIX, que empezó a considerarse el desarrollo embrionario como una evidencia de la Evolución de las especies

CCCATCAACTGAGCTC GCAGTAGCAGCTAC
CCCTCACATGACCGAT ACATGCGATCGTCA
ACCCTGGATGAGTCA TCGCACATCGTCATC

Mapeo genético, que ha permitido establecer las relaciones filogenéticas actuales

un ancestro común.

### Evidencias embriológicas

La embriología estudia el crecimiento, formación y morfogénesis de los organismos desde que el óvulo es fecundado. Las pruebas embriológicas de la Evolución se basan en el estudio comparado de la ontogenia o desarrollo embrionario de los animales. Todos los animales cuyos estados embrionarios son similares, estarían emparentados. No fue hasta principios del siglo XIX, que empezó a considerarse el desarrollo embrionario como una evidencia de la Evolución de las especies. Mediante los trabajos del embriólogo alemán Karl von Baer.

### Evidencias moleculares

Una de las observaciones directas y de contundencia tal, son las obtenidas a través del análisis molecular, por medio de las cuales se abren grandes posibilidades de realizar inferencias muy interesantes. En este sentido Zuckerkandl y Pauling publicaron un artículo en donde describían con todo cuidado como la comparación de secuencias de aminoácidos o de nucleótidos, permitía no sólo la construcción de filogenias moleculares, sino también datar los procesos de especiación incluso en ausencia de información paleontológica, y también construir árboles evolutivos que podían incluir organismos tan distintos entre sí como las bacterias, los hongos, los mamíferos, (por citar solo algunos) lo cual hubiera sido imposible con los criterios morfológicos tradicionales.

Ejercicio de recuperación

¿Cuáles son los aspectos que se consideran para el estudio y afirmaciones de la Evolución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Explica la Evolución del vuelo de las aves, según los postulados en la teoría de Lamarck \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Explica el mismo caso pero con los postulados de la teoría de Darwin. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

De acuerdo a las explicaciones en las preguntas anteriores, que postulados crees que tengan un mayor poder explicativo del proceso evolutivo y por qué). \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Explicar cuáles son los dos procesos responsables de la variación genética? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Da un ejemplo diferente de cada una de las evidencias de la Evolución \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es la diferencia entre la teoría de Darwin – Wallace y la teoría sintética? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

---

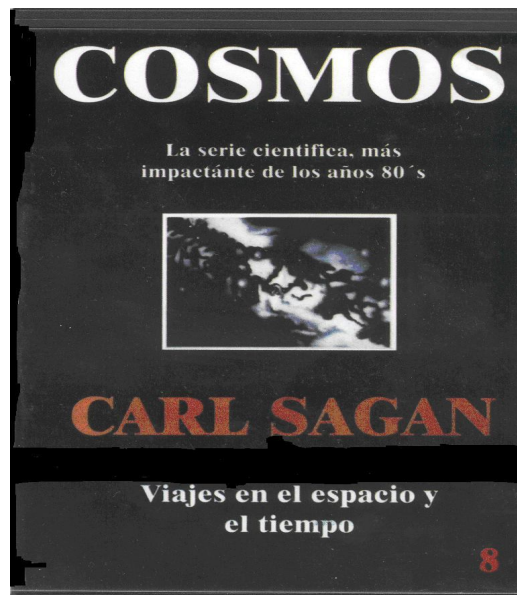
**Actividad 5:** Observación de video

Descripción del Video

- Video: título “*Viajes en el espacio y en el tiempo*”, Carl Sagan. Serie Cosmos duración 30 minutos, formato VHS, y DVD
- Crítica y resolución de cuestionario
- Discusión grupal.

Sugerencias para su empleo:

Recomiendo proyectar concretamente el capítulo 8 a partir de la escena 9



Observa con atención el video y responde las siguientes preguntas:

Nombre \_\_\_\_\_ grupo \_\_\_\_\_

1. ¿Cual es la teoría que plantea el autor para explica el origen del universo?
2. ¿Por qué se dice que el tiempo y el espacio están entrelazados?
3. ¿Por qué el proceso evolutivo es difícil de comprender?
4. ¿Hace cuánto que surgió la vida?
5. ¿Cuales son las características que le permitieron al hombre evolucionar?

Para la realización de los recursos, el artículo de revisión y el video, cuidé que cumplieran con las siguientes características:

- Información actualizada sobre el concepto Evolución.
- Escrito y/o expuesto con un arreglo estructurado y sistemático de las ideas.
- Poseen un buen nivel de coherencia
- Contienen poca información distractora o irrelevante.
- La profundidad, es pertinente para alumnos de nivel medio superior
- Están estructurados incluyendo señalizaciones intra y extratextuales. y
- Contienen una serie de preguntas intercaladas, así como imágenes relacionadas con el tema.

Lo anterior permite:

- Ofrecer un texto y video de fácil comprensión
- Focalizar de la atención y decodificación literal del contenido
- Construir conexiones internas y externas,
- Orientar las conductas de estudio hacia la información de mayor relevancia
- Promover el repaso y la reflexión sobre la información central que se va ha aprender.

- Supervisar el avance gradual del alumno cumpliendo funciones de evaluación
- Actividad 6. Realización del trabajo experimental.

Descripción del guión experimental

Título “Efecto de los antibióticos en la Evolución de las bacterias”

- Diseñado bajo la estructura de la metodología científica, con una variante donde el estudiante siempre esta intentando resolver interrogantes que le permite encontrar por sí mismo las respuestas.
- En este guión se pretende que el estudiante en equipo; cultive bacterias y las exponga a la influencia de dos antibióticos. *Penicilina* y *Amikacina*.

**RESPUESTA DE LAS BACTERIAS A  
LA ACCIÓN DE LOS ANTIBIOTICOS,**

Nombre del alumno \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_

## **OBJETIVO:**

Demostrar mediante la actividad experimental, que la diversidad de los sistemas vivos es el resultado de la acción de los mecanismos evolutivos

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

*¿Los diversos factores ambientales activaran los mecanismos evolutivos como la selección natural, la adaptación, etc. los cuales serán responsables de fijar características en los sistemas vivos, que les permitan sobrevivir?*

## **Justificación**

Esta actividad se propone con la finalidad de apoyar a la asignatura Biología IV: primera unidad: ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo? Que tiene como propósito: que al finalizar esta actividad, el alumno comprenderá, que las especies son el resultado de la Evolución, a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos,

La Biología integral requiere necesariamente de la aplicación del conocimiento de otras disciplinas, así como el poner en práctica dichos conocimientos a través del empleo del método experimental, de tal suerte que este último se reconoce como una de las mejores herramientas para la consecución de aprendizajes significativos.

Se propone la siguiente actividad, con el propósito de proveer a los alumnos de nociones y conceptos básicos, en relación a la Evolución y se guía a este, en la obtención de las respuestas a la problemática planteada así como al desarrollo de habilidades en el uso del método experimental, investigación bibliográfica y electrónica. Asimismo se pretende que a través del trabajo experimental se desarrolle una actitud científica ante los fenómenos de la naturaleza y promueve el trabajo en equipo.

## INTRODUCCION

La Evolución es la consecuencia de cuatro procesos naturales (1) *Variación genética* entre miembros de una población; (2) *Herencia* de esas variaciones por los individuos portadores; (3) *Selección natural*, supervivencia y reproducción de organismos con variaciones favorables; y (4) *Adaptación*

Aunque la estructura genética de un solo organismo prácticamente no cambia durante toda su vida la composición genética de una especie como un todo cambia conforme pasan las generaciones. Con el tiempo, las mutaciones y la progenie variable inyectan diversidad en su material genético de una especie. Dicho de otro modo, la especie evoluciona. La fuerza más importante de la Evolución es la selección natural, los procesos por el cual organismos con adaptaciones, sobreviven y se reproducen con mayor éxito que otros que no tienen esas características. Las características de adaptación que surgen de la mutación genética se transmiten a la generación siguiente

## GENERALIDADES DE BACTERIAS

Se reconocen que las bacterias están ordenadas en 19 grupos, entre los que destacan los bacilos Gram negativos aeróbicos facultativos, ya que se trata de un grupo donde se encuentran ubicadas las especies más comunes, tales como las bacterias gram negativas de forma bacilar aeróbicas facultativas, que no esporulan conocidas comúnmente como "COLIFORMES" que fermentan la lactosa con la producción de ácido y gas al cabo de 48 hrs a 35 ° C.

Dicho grupo se encuentra formado por un conjunto de géneros de la familia ENTEROBACTERIACEA (*Eschirichia sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.*) Etc. Además, algunas de las bacterias de este grupo son también responsables de muchas infecciones del tracto digestivo, y lo más importante es que reúnen las condiciones para ser considerados como indicadores de contaminación

## HIPOTESIS:

Se sugiere que el alumno construya su propia hipótesis, guiado por el profesor.

---

---

---

---

---

## MATERIAL:

### Equipo:

Autoclave con termómetro y manómetro, capaz de alcanzar temperaturas de esterilización

Material para envolver, esterilizable (papel kraft, bolsas de polímeros resistentes al calor, etc.)

Microscopio estereoscópico, y óptico

Incubadora

Balanza con sensibilidad de 0.1 g

Dispositivo de calentamiento.

### Cristalería

Pipetas de 1, 5, 10 ml (la cantidad depende del tamaño de la muestra)

Cajas petri. (la cantidad depende del tamaño de la muestra)

Matraces erlenmeyer de 1000 ml y 250 ml

Agitador

Vasos de precipitados de 250 ml

### Reactivos

Agar cuenta estándar

Agar bilis de verde brillante



Agua destilada.

Capsulas de penicilina de 1000 unidades

## METODOLOGIA

### ***Preparación del material***

- Lavar perfectamente todo el material con detergente biodegradable
- Escurrir y secar con papel secante.
- Las pipetas se envuelven todas en el mismo sentido, se corta una tira a lo largo del papel estraza y se va enrollando iniciando por la punta de las pipetas y terminando por la parte posterior, marcar este lado.
- Se apilan las cajas petri cerradas una encima de la otra, enrollándola con el papel estraza y fijando con maskin tape.
- Confeccionar tapones para los matraces que ajusten perfectamente a la boca de este, lo cual se puede lograr de la siguiente manera:
- Cortar y enrollar un trozo de algodón de 10 cm. DE10 cm
- Envolver con una gasa y cocer con aguja e hilo.
- Los tapones anteriormente confeccionados, se embonan en el matraz que contienen el medio de cultivo y el agua destilada (los que serán esterilizados) y se les ajusta un capuchón de papel estraza, fijados con papel adhesivo.

¿PARA QUÉ SE TIENEN QUE ENVOLVER LOS MATERIALES POR ESTERILIZAR?

### ***Esterilización del material***

- Mientras se prepara el material y el medio de cultivo se puede poner a calentar el autoclave colocando la perilla de control térmico en posición de máximo (Max), con el propósito de optimizar el tiempo de esterilización

- Se coloca en el interior de la autoclave todo el material previamente empacado y los medios de cultivo así como el agua destilada.
- Cerrar herméticamente la autoclave, dejar abierta la válvula de alivio para permitir que el vapor desplace al aire, cuando se distinga la salida del vapor entonces cerrar perfectamente la válvula.
- Esperar a que la autoclave alcance una presión de 15 lbs de presión que es equivalente a 121<sup>a</sup>C. acto seguido girar la perilla de control térmico en la posición de temperatura media (Med), y conservar estas condiciones mínimo durante un tiempo de 15 min.
- Transcurrido el tiempo, apagar la autoclave y permitir la salida del vapor moderada y gradualmente, abriendo la válvula de alivio.

¿CÓMO PUEDO COMPROBAR QUE EFECTIVAMENTE EL AUTOCLAVE ESTA A UNA PRESION DE 15 LIBRAS?

¿QUÉ PASARIA SI NO PERMITO QUE EL AUTOCLAVE MANTENGA 15 LIBRAS DE PRESION DURANTE 15 MINUTOS?

### **Siembra**

- Mientras el material y los medios se esterilizan, podemos desinfectar la mesa de trabajo empleando, benzaldheido, alcohol, o algún desinfectante, para ir creando un ambiente estéril para el momento de la siembra, lo cual podrá lograrse si colocamos uno o dos mecheros prendidos en el lugar que se realizara la siembra, y de ser posible dentro de una campana de flujo laminar.
- Se recomienda que previo a la siembra se laven perfectamente bien las manos con agua y jabón y aplicar una solución diluida de alcohol u otro desinfectante, así como el empleo de un cubreboca.
- Colocar todo el material alrededor de los mecheros así como los medios de cultivo y las muestras de agua por sembrar.

- Vaciar entre 12 – 15 ml del medio para “Cuenta estándar” a una caja petri procurando no abrir descaradamente las cajas al agregar el medio de cultivo.

¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS QUE SE TIENEN QUE SEGUIR PARA EVITAR QUE CONTAMINEMOS LOS MEDIOS O LAS MUESTRAS?.

- Repetir el procedimiento anterior para el medio de cultivo bilis de verde brillante
- Agregar un mililitro de la muestra de agua a cada caja petri previamente identificada, homogeneizar todo el material dando giros a la caja sobre la mesa. Se recomienda realizar la operación lo más rápido posible para evitar que al enfriarse el material no permita homogeneizar el medio con la muestra.

### ***Incubación***

- Inmediatamente después de sembrar esperar a que el material gelifique.
- Introducir en posición invertida las cajas bien identificadas en la cámara de incubación.
- Calibrar la incubadora a 37° C y dejar las muestras en un lapso de tiempo de 48 Hrs

¿SI LA TEMPERATURA NO SE MANTIENE CONSTANTE QUE PASARIA CON EL CRECIMIENTO BACTERIANO?

### **Conteo**

Realizar el primer registro a las 24 hrs de iniciado la incubación.

Realizar el segundo registro a las 48 hrs.

¿CÓMO DISTINGUES QUE HAY CRECIMIENTO BACTERIANO?

---

---

¿QUÉ IMPLICA SI EN LA PLACA TESTIGO HAY CRECIMIENTO BACTERIANO?

---

---

¿QUÉ FORMA Y COLOR TIENEN LAS COLONIAS BACTERIANAS?

Tabla de registro de la relación sensibilidad / resistencia obtenidas en la  
resiembra de coliformes ante la presencia de cloranfenicol

muestra	cuenta total	Bilis de V. B.	testigo
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

### Resiembra

- Desinfectar la mesa de trabajo empleando, benzaldheido, alcohol, etc. E ir creando un ambiente estéril para el momento de la resiembra, lo cual podrá

lograrse de la misma manera que hicimos en la siembra. Llenar las cajas petri con medio de cultivo y esterilizar.

- Permitir que se enfríe y gelifique el medio de cultivo contenidos en las cajas.
- Colocar todo el material alrededor de los mecheros así como el antibiótico por emplear.
- Realizar la resiembra en cada una de las cajas de manera individual, de la siguiente manera:
  - Flamear un asa para siembra y recoger una muestra de bacterias.
  - Sembrar por estriado en las cajas con medio sólido;
  - Colocar de tres a cuatro discos previamente humedecidos en una solución 0.5 M de *AMIKACINA* y *PENICILINA*. La cual se obtiene diluyendo una capsula de 500 mg en 100 ml de agua destilada.

¿Qué se puede decir de las bacterias que crecieron en las cajas con antibióticos?

---

---

¿Si la dosis del antibiótico fuera mayor, esperaríamos un crecimiento similar de bacterias?

---

---

---

---

¿Qué procesos de la Evolución estarán presentes en este experimento?

---

---

---

---

---

A una exposición constante de este antibiótico en la misma concentración durante un periodo de tiempo largo, ¿es posible incrementar la diversidad bacteriana?

---

---

---

**Observaciones generales**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **Bibliografía para el alumno**

1. Audesirk T. (1996). **Fundamentos de Biología**. Ed. Limusa.
2. Audesirk T., (2004). **Ciencia y Naturaleza**. Ed. Prentice Hall.
3. Fuchs L. Y., Chihu, Y., Conde. C. González. V. M., Noguez. A.H., Calderón, E., Nelson A. César. (1994). **Mecanismos moleculares de la resistencia bacteriana**. *Salud Publica Mex*;36:428-438,
4. NOM – 041 SSA. Febrero (1992). **Técnicas de análisis para los factores físicos, químicos y biológicos del agua**.
5. Pelczar, JM y F CHAN. (1984). **Elementos de Microbiología**. ED McGraw Hill. Méx. P. 117..
6. Purves – Sadava –Orians – y Heller. **Vida La ciencia de la Biología** Ed. Panamericana, 7ª ed. México. 2002

## **Bibliografía para el profesor**

1. APHA. (1985). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17 th Edition. American public healt Association, New York, 1130 pp.
2. Buchanan, R. E., and N. E. Gibbons. (1974). **Bergeys manual of Determinative Bacteriology`**. The Williams and Wilkins Company. Baltimore. 1068 p.
3. Cowan and Steel. (1993). S.T. Cowan and K.J. Steel. (editors). **Manual for the identification of medical bacteria**. ED. Prentice Hall. Londres, p.p.450
4. Finney. M., Smullen, J.H. Foster, A., Brokx, S. and D. M. Storey. (2003). **Evaluation of Chromocult coliform agar for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae from faecal samples from healthy subjects**. *Quantitative Microbiology*. 4 (2):66 – 75 Abril.
5. Jagals. P., W. O. K. Grabow., M. Griesel., C. Jagals. (2000). **Evaluation of Selected Membrane Filtration and Most Probable Number Methods for the Enumeration of Faecal Coliforms, Escherichia coli and Enterococci in Environmental Waters**. *Quantitative Microbiology*.2 (2): 129-140, June.
6. Prince, D. R. H. (1979). The **Coliforms as indicators of water quality**, In. Biological Indicators of water quality. James, A & Evison, L. 23p.

**Concentrado para la ejecución de la actividad experimental. “*Respuesta de las bacterias a la acción de los antibióticos*”**

**PRIMERA FASE**

1. Preparación de medios de cultivo:

Pesar 22.3 g del medio para mesofílicos aeróbicos y disolver en 1000 ml

2. Preparación del material

Lavar el material con agua y jabón y secarlos. (Una caja petri por alumno y un matraz erlenmeyer de 250 ml por equipo, las cajas petri serán empacadas con papel estraza en paquetes de cuatro, para los matraces se deberán confeccionar tapones de algodón cubiertos con gasas.

3. Esterilización

Esterilizar el material y los medios de cultivo en una autoclave a 15 lb. (121°C), durante 15 minutos.

4. Vaciado en placa:

Procurar un ambiente estéril en el sitio donde se realizara el vaciado del medio, lo cual se logra con dos mecheros prendidos de cada lado de la mesa de trabajo. Vaciar aproximadamente 25 ml del medio de cultivo a cada caja petri, después de que se halla enfriado pertinentemente y antes de que se gelifique el medio. Cerrar adecuadamente la caja petri y esperar a que gelifique.

5. Una vez que se halla gelificado colocar las cajas en posición invertida dentro de la incubadora previamente calibrada a 37 ° C

**RESEMBRADO:**

6. El resembrado debe realizarse en un ambiente estéril similar al creado en el punto cuatro, y seguros de que el medio gelificó adecuadamente. Flamear un asa de siembra y raspar en un montículo donde sean aparentes las colonias bacterianas de las cajas obtenidas en la fase uno. Y aplicar el contenido de bacterias del asa en forma de estriado, en la superficie de la caja de resiembra con el medio gelificado.

7. Colocación de los discos antibióticos:

Distribuir 4 discos (previamente humedecidos en una solución antibiótica) procurando que queden colocados en las estrías hechas en la resiembra.

8. Incubación



Etiquetar adecuadamente las cajas petri, e introducir las en una incubadora previamente calibrada a 37<sup>a</sup> C y dejarlas durante 24 a 48 horas en estas condiciones, y registro de resultados.

Actividad 7. Obtención de un árbol filogenético empleando tecnologías de información y comunicación

## **Relaciones filogenéticas a nivel molecular**

Objetivo

Reconocer los avances en la ciencia y su aplicación en la interpretación de resultados de un análisis filogenético molecular. Empleado para establecer relaciones filogenéticas entre diferentes sistemas vivos

### **Introducción**

Las filogenias moleculares y la Evolución celular

Cuando hablamos de Evolución, pensamos en la historia de la vida, y obviamente no podemos dejar de pensar en las evidencias de las cuales se nutre esta historia, ya que sin estas, sería lo mismo que leer un libro en cuyas páginas solo se pueden ver algunas letras.

En las últimas tres décadas los avances científicos y tecnológicos y los descubrimientos constantes de evidencias fósiles, han permitido armar una pequeña parte de esa historia, paralelamente los beneficios de la tecnología, concretamente la computación y los avances en materia de Biología molecular, nos abre nuevas puertas, a través de las cuales podemos escudriñar más allá del registro fósil. En este sentido, Zuckerkandl y Pauling en 1965, sugirieron que era posible reconstruir la historia filogenética (las relaciones de ancestría y descendencia) de los organismos actuales a partir de comparar sus secuencias de aminoácidos. Iniciando de esta manera la disciplina de la Evolución molecular.

La magnitud del tiempo en el que ha transcurrido la Evolución se escapa completamente a nuestra comprensión, no podemos siquiera imaginar, limitados a la

minúscula escala de nuestro tiempo vital, el potencial de transformación que suponen 3600 millones de años de Evolución.

La Biología molecular ha suministrado la evidencia más universal de homología. Todos los organismos vivos compartimos el mismo material hereditario, el ADN, una molécula helicoidal cuya información se encuentra codificada en 4 letras o nucleótidos distintos. Igualmente, el código genético es Universal, todos los organismos comparten el mismo diccionario que da el significado a la secuencia de ADN. Ambos ejemplos son pruebas muy robustas de la relación íntima que existe entre lo viviente. La historia de la vida es cambio y ramificación por descendencia, entonces su representación sería la de un árbol o *filogenia*, en la que el tronco y las ramas internas se corresponderían a los antepasados de las especies actuales y los extremos de las ramas externas serían las especies actuales. ¿Como se establece una filogenia? Ordenando las especies actuales atendiendo a la similitud morfológica y/o genética de sus caracteres homólogos. La universalidad de la molécula portadora de la información genética hace que el ADN sea un carácter muy apropiado para el estudio comparativo y filogenético de las especies.

Morfológicamente no es posible comparar una bacteria con un hombre, sin embargo si que es posible establecer una comparación con moléculas de ADN de ambos organismos, ya que están formadas por el mismo lenguaje de bases. Con datos de secuencias podemos comparar cualquier grupo de organismos, por distantes que sean. Los datos moleculares tienen otras propiedades adicionales, que todas juntas los convierten en el carácter ideal de estudios filogenéticos.

Muchos trabajos obtienen y analizan las secuencias de genes y proteínas de diferentes especies para resolver cuestiones todavía dudosas de relaciones entre organismos.

Como veremos a continuación, los estudios filogenéticos realizados a partir de secuencias de proteínas o de ácidos nucleicos han revolucionado nuestra forma de entender la Evolución de los sistemas vivos.

Desde los años setentas, el 16S rRNA ha pasado a ser un marcador universal, es decir, una molécula útil para describir las relaciones filogenéticas entre todos los organismos por sus características particulares. Éstas son: una tasa de Evolución lenta, la misma función en todos los organismos y estar sujeta a bajas tasas de transferencia horizontal entre distintos linajes. También en los años setenta, Lynn Margulis proponía el origen endosimbiótico de las mitocondrias y los cloroplastos. En la actualidad, los análisis filogenéticos realizados a partir de las secuencias moleculares codificadas en los organelos, indican indiscutiblemente el origen bacteriano de ambos tipos de organelos.

En 1995 se publicó la secuencia completa de la bacteria patógena *Haemophilus influenza* dando inicio a la investigación genómica.

#### Métodos de inferencia filogenética

En la actualidad existen muchos métodos de reconstrucción filogenética. Una clasificación de los métodos más utilizados es: a) Métodos basados en matriz de distancia; b) métodos de máxima parsimonia; y c) métodos de máxima verosimilitud. Cada uno de los métodos realiza suposiciones distintas que es necesario conocer para poder interpretar adecuadamente los resultados de un análisis filogenético.

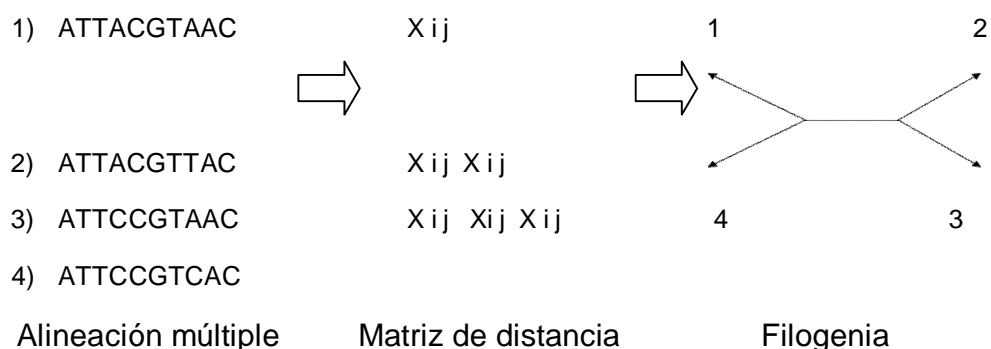


Figura 1. Los métodos de matriz de distancia construyen una filogenia a partir de las distancias entre las secuencias calculadas a partir de una alineación múltiple

#### Material

SECUENCIAS PARA RECORTAR

CCCATCAACTGAGCTCGCAGTAGCAGCTAC

CCCTCACATGACCGATACATGCGATCGTCA

ACCCTGGATGAGTCATCGCACATCGTCATC

Se utilizarán los programas ClustalX (alineación múltiple) y Mega 4 para el diseño del árbol filogenético.

## MÉTODOS

La alineación puede realizarse de dos maneras:

- a) Manualmente
- b) Empleando programas computacionales;

### **Primer método:** *Método Manual*

El primer método y más elaborado es realizarla manualmente, y consiste en comparar cada una de las secuencias, procurando alinearlas con el mayor número de coincidencias. Para este ejercicio se propone una secuencia hipotética de nucleótidos de citocromo C, de tres organismos diferentes: cabe señalar que se propone el empleo de secuencias del citocromo C dada la importancia de esta estructura para realizar estudios filogenéticos. Los citocromos están incorporados en la membrana celular de las bacterias y en las membranas internas de las mitocondrias (orgánulos presentes en las células animales y vegetales) y de los cloroplastos (que sólo se encuentran en las células vegetales), durante la respiración y la fotosíntesis.

Con la finalidad de facilitar el ejercicio paquete didáctico del alineamiento de las secuencias propuestas, sugiero que estas sean cortas de no más de 30

elementos (nucleótidos o aminoácidos), y compararlas con no más de tres secuencias. Además de considerar las siguientes recomendaciones para realizar la alineación paquete didáctico:

1. Imprime y recorta las tres secuencias, que aparecen en el apartado del material
2. Compara la secuencia 1 con la secuencia 2 y busca el mayor número de similitudes
3. Procura emplear el principio de máxima *parsimonia* (en igualdad de condiciones la solución más sencilla es probablemente la correcta), como criterio para elegir los nucleótidos repetidos, por ejemplo:

Secuencia 1	CGTACCGT	C G T A C C – G T
Secuencia 2	CTACTGT A	C – T A C - T G T A

Finalmente compara las dos secuencias con la secuencia 3,

Secuencia 1	CGTACCGT	C G T A C C – G T
Secuencia 2	CTACTGT A	C – T A C - T G T A
Secuencia 3	GTACGCAT	- G T A C G C A T

4. A continuación diseña un árbol filogenético, partiendo de los siguientes supuestos:

a) Las secuencias hipotéticas corresponden a tres organismos que presentan un antepasado común por ejemplo (bacteria, pez, hombre)

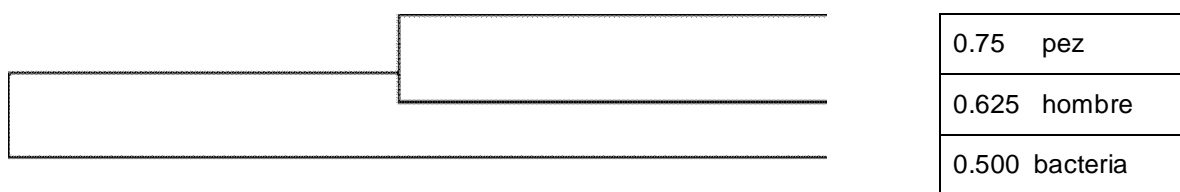
b) El número de similitudes se transforma en la distancia entre un organismo y otro, en la rama del árbol, donde dicha distancia puede representar millones de años, para el caso del ejemplo con el que estoy explicando:

La secuencia 1 con la 2 posee 6/8, es decir 0.75 de similitud

La secuencia 1 con la 3 posee  $5/8$ , es decir 0.625 de similitud

La secuencia 2 con la 3 posee  $4/8$ , es decir 0.50 de similitud

Árbol resultante



*Se recomienda no iniciar el empleo de clustalX hasta no haber realizado el ejercicio manualmente.*

## 2º método: Empleo de software

Para alinear las secuencias se utiliza el programa Clustal X, esta forma es más rápida para alinear secuencias y consiste en cargar la secuencia en el programa de Clustal X, siguiendo las recomendaciones que a continuación se presentan:

1. Como primer paso debes capturar las secuencias con las que trabajarás, para lo cual sigue los siguientes pasos: ingresa a la página de la NCBI a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). Haz clic en *Search* y selecciona de la lista desplegada la correspondiente a *nucleotide*, a continuación en la ventana correspondiente a *for* escribe rRNA 16/18 S y presiona *go*

NCBI  
National Center for Biotechnology Information  
National Library of Medicine National Institutes of Health

PubMed All Databases BLAST OMIM Books TaxBrowser Structure

Search Nucleotide for rRNA 16/18 S Go

A continuación, se representa la secuencia correspondiente al rRNA 16/18S la cual es obtenida siguiendo los pasos arriba sugeridos.

2. Para obtener la secuencia elegida pero en formato fasta, despliega el listado de la herramienta *Display* y has clic en *Fasta*, finalmente selecciona la totalidad de la secuencia y cópiala en el block de notas

NCBI Nucleotide

PubMed Nucleotide Protein Genome Structure PMC Taxonomy OMIM Books

Search GSS for Go

**You need JavaScript to work with this page.**

[Limits](#) [Preview/Index](#) [History](#) [Clipboard](#) [Details](#)

Display Show 5 Send to

Secuencia 1. Del 16/185 rRNA perteneciente a *Saccharomyces cerevisiae*

>gi|12151362|gb|AL398131.1|AL398131 AL398131 AS0AA *Saccharomyces uvarum*  
genomic clone AS0AA007C01 T7 similar to *Saccharomyces cerevisiae* ORF  
YGR174c [CBP4; ubiquinol--cytochrome-c reductase assembly factor], DNA  
sequence

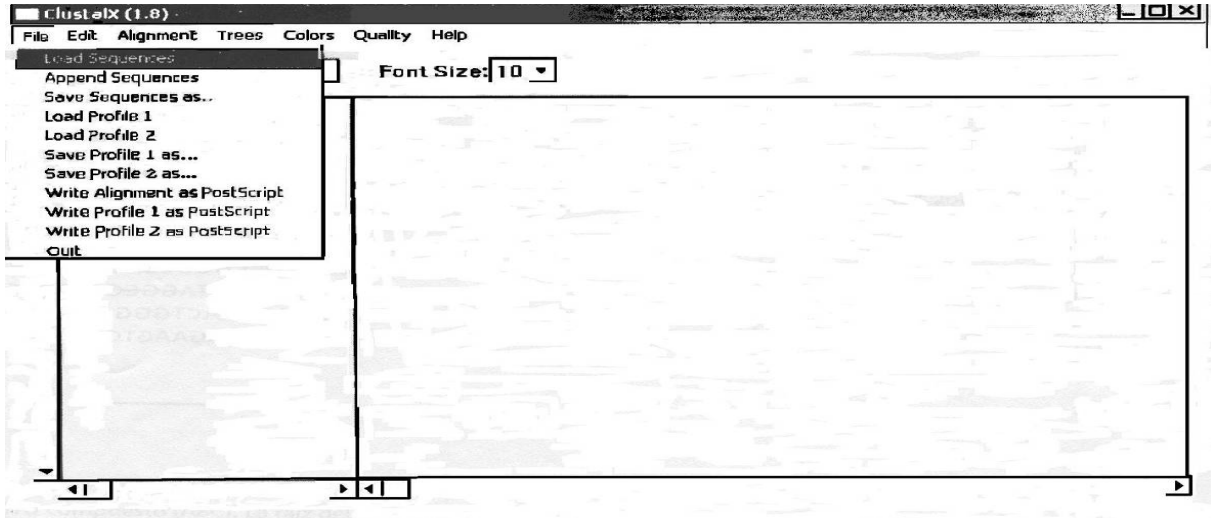
CATCCGGTTGATCCTGCCGGAGCGGACGCTGCCCCCAAGGACACAAGCCATGCACGCCGGCGCGGCACG  
GCGAAGGGGGCGGACGGCTCAGTACACCGTTGCACCTGCGCGGGTTCGGGGCTAGCCGGACACCGCTG  
GCAACCCAGCGACAAGACGAGCGCTCAAGCGCGGCCGGGAGCCGGCGCGACGACGGAATGGCCGCTG  
GGCTTCCGCGGCATCACCCGCGGGCACGGTCGCGGCGTCCCCGGGTCTCACGCCTGGCGGAGGATCAG  
GGTTTCGACTCCGGAGAGCGGGCCTGAGAGACGGCCCGCACATCCAAGGACGGCAGCAGGCGCGGAACTTG  
CCCAATGCGCGGGGCGGAGGCAGCGACGGGGCGTCCGGGACCCGGCGCGGGCGTGGCGTACAGCCCCA  
CGCGTGGAGTCGAGGGAAGGTCTGGTGCCAGCAGCCGCGGTAATTCCAGCTCGGCAGGCGTCGCGCGGC  
GCTGCTGCAGTTAAAACGTCCGGCGTCGGGCCGCCCTGCCGGGAGGAAAGGGGAGCGCTCGAGGCAGGCT  
CGTTGGACCTACCGCCCGGACGGCGAGGAGAGTGGCGGGGGCATTAGTACCGGACGGGGACGGGTGAA  
ACAGGATGATCCCTCCGAGACTCCCCGCGGCGCAGGCGTCTGCCAGGGCCACCTCTGTGATCCAGGGCG  
AAGGCCGGGGGCGAGAAGGCGATTAGACACCACCGTATCCCGGGCGTAAACGGTCCCGCCCCGGCGCCG  
GCGTCGGTCGGCGCCCCAGGGAACCGGTCAGGCTCCGGCTCTGGGGGAGTATGGCCGCAAGGCTGGAA  
CTTGAAGGCATTGACGGAGGGGTACCACCAGATGTGGAGTCTGCGGCTCAATTTGACTCAACGCGAACAC  
TTACCAGGCCCCGACGCGCGGAGGATCGACAGCCGGTGCCTTTCGTGATCGCGCGGGCGGTGGTGCA  
TGGCCGTTCCCAGCCCGTGGCGCGAGCCGTCTGCTTCACTGCGACAACGAGCGAGACCCCGGCCACACCC  
GCGTGTGGGACCGCCCGGGGAGGCGGAGGAAGGCGGGGCGATAACAGGTCTGTGATGCCCTCAGACGC  
CCTGGGCCGACGCGTACTACTGGGCCGGCAGCGCGCGCGCGGCCGCGAGGCCGGGCGACCCGCCAA  
GCCGGCCCGTGGTTGGGATCGCGGGCTGGAACGCCCCCGTGAACCCGGAATATCTCGTAGGCGCGTGTCC  
CCAACGCGCGCCGGATGCGTCCCTGCCCTTGTACACACCGCCCGTCTCGTCTACCGACTGGGCGCCGCG  
GCGAGTCCCCGGGAGCCCCGGTGAACGCGCAGCAGCCCTGGCGCTGGAGGAAGGAGAAAGTCGTAACAA  
GGTATCCGTAGGTGAACCTGCGGATGGATCCCTAG

3. Seleccionar las secuencias del listado que son presentadas siguiendo el procedimiento del paso 1, e identifica las correspondientes a organismos característicos por ejemplo (peces, Mamíferos, bacterias, plantas).

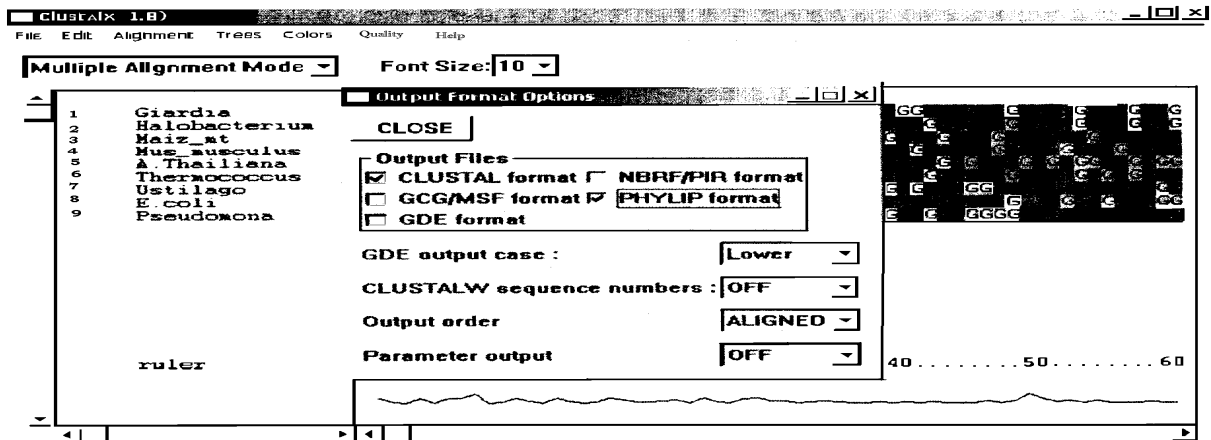
4. Pega las secuencias obtenidas en el paso anterior en *block de notas*

5. A continuación para usar ClustalX debes introducir las secuencias por analizar, para ello, después de activar el programa selecciona en el menú: *File* donde activaras la casilla *Load sequences*, con lo cual podrás cargar las secuencias del archivo donde las contenga (**recuerda que deben estar en formato fasta**).





6. Después de cargar las secuencias selecciona en el menú la opción *Alignment*, donde seleccionarás *OutputFormat Option*, en este lugar puede elegir el tipo de formato del archivo salida, en este caso seleccione el **phylip**.



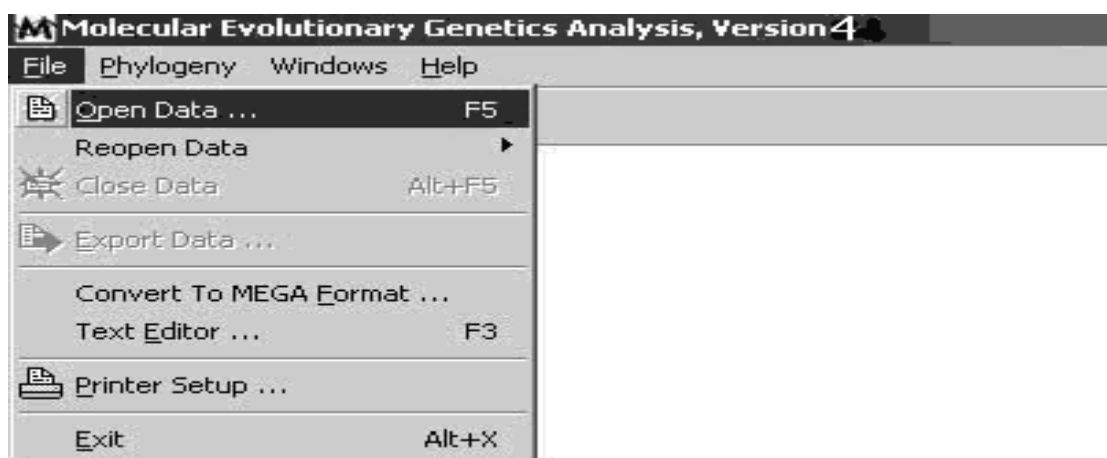
7. Por último en la misma sección de *Alignment* active la opción **Do Complete Alignment** con lo cual el programa te preguntara el nombre y lugar donde guardara los archivos salida, presione la tecla **ALIGN** e iniciara la lineación.

### 8. Obtención del árbol filogenético

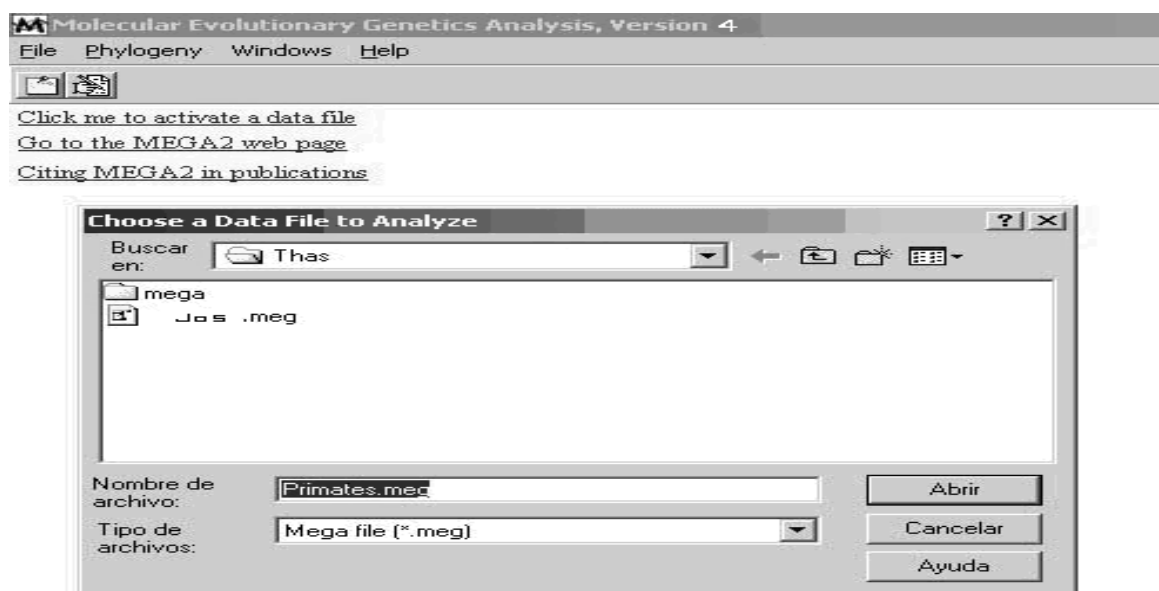
a. Para comenzar debemos ejecutar el programa desde el icono de acceso directo que se encuentra en nuestro escritorio (Desktop de Windows). Una vez abierto el programa procederemos a abrir nuestra secuencia problema que debe estar guardada en formato MEGA (\*.meg), esto se logra ubicándonos en la barra de

menús en la opción FILE, que nos desplegará una ventana con diferentes alternativas. Para abrir una secuencia podemos hacer clic sobre OPEN DATA o presionar F5 en el teclado

Este programa solo acepta secuencias en formato MEGA (\*.meg), siendo unos de los errores mas frecuentes el tratar de abrir secuencias en otros formatos y no poderlas trabajar ya que el programa no las puede leer. Para convertir secuencias de un formato a otro se puede utilizar el programa ForCon.

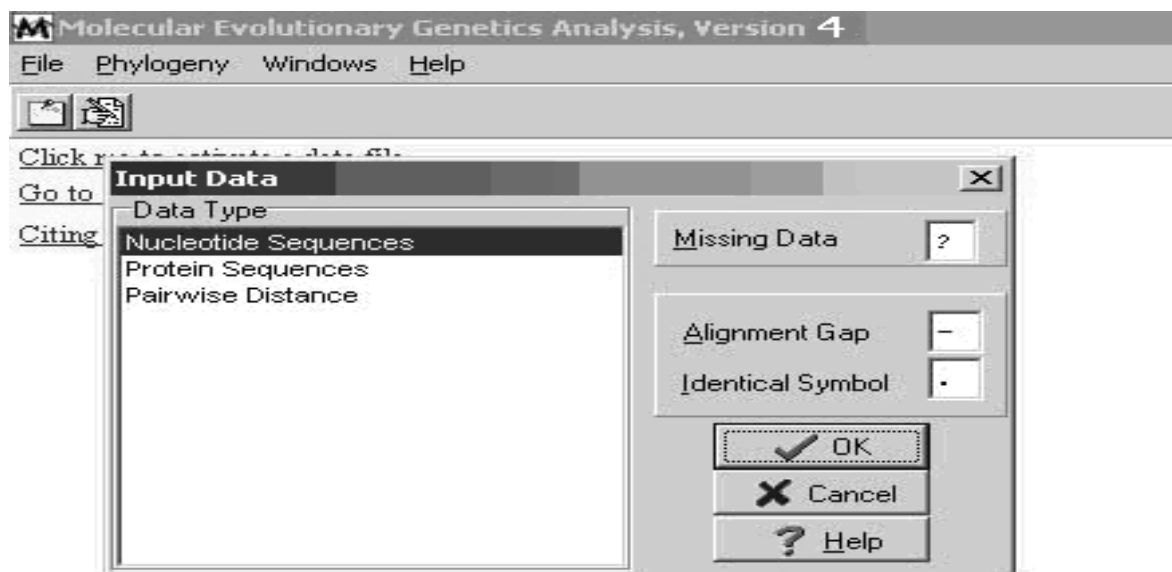


Una vez hecho esto aparecerá una ventana que nos permite ubicar en nuestro disco duro la secuencia de interés en formato MEGA.



Al abrir nuestra secuencia aparecerá una ventana que nos solicita información sobre nuestras secuencias, con preguntas como:

¿Qué tipo de secuencias se está utilizando Aminoácidos, nucleótidos o distancias pareadas? Además, nos permite modificar los caracteres que se le asignarán a los datos no encontrados, a los GAPS o espacios en blanco en las secuencias y símbolos idénticos. Una vez establecido qué tipo de secuencia se tiene se presiona en el icono OK, para continuar.



La siguiente ventana nos preguntará si las secuencias a trabajar codifican para alguna proteína, que de ser así debemos presionar en YES, para establecer el tipo de código genético, de lo contrario se opta por la opción NO y el programa libera la pantalla quedando lista para los análisis.

A continuación realizamos el procedimiento para hacer estimados de relaciones filogenéticas usando las opciones que se encuentran en el menú *Phylogeny*. En esta ventana encontramos diferentes alternativas relacionadas con estimar relaciones filogenéticas entre las muestras, que generalmente se representan en forma de árboles.

## Actividad de recuperación

Responde las siguientes preguntas con los resultados obtenidos:

1. ¿Qué indica la relación filogenética de las secuencias hipotéticas que obtuviste en la práctica?
2. En el caso de que las secuencias hipotéticas, correspondieran a los siguientes organismos: Tiburón, Mojarra y Rana, ¿Qué posición ocuparían en el árbol?
3. ¿Por qué se sugiere emplear secuencias de nucleótidos ribosomales, para establecer relaciones filogenéticas entre los sistemas vivos?
4. ¿Por qué es importante para la Evolución, establecer relaciones filogenéticas entre los sistemas vivos?
5. ¿Cómo explicas las diferencias de nucleótidos entre una secuencia y otra?

## Bibliografía

Becerra, B. A., y Delaye A. J.L., (2004) **Filogenias Moleculares**: En paquete didáctico de prácticas para la Biología. Pag. 277 – 290.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Kumar S, Tamura K & Nei M (2004) **MEGA3: Integrated Software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and Sequence Alignment**. Briefings in Bioinformatics 5:150-163.

Thompson, J.D., Gibson, T.J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. and Higgins, D. G. (1997). **The Clustal X Windows interface: Flexible Strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tool**. Nucleic Acids Research, 24, 4876 – 4882.

Esta actividad está diseñado bajo la estructura de la metodología científica, con una variante donde el estudiante a través del empleo de las tecnologías de información y comunicación realizan una investigación bibliográfica, en bancos de datos existentes en paginas de Internet y mediante el empleo de programas de computación, construyen relaciones filogenéticas entre datos reales de organismos.

Se pretende que el estudiante en equipo; Reconozca los avances en la ciencia y su aplicación, en la interpretación de resultados de un análisis filogenético molecular, empleado para establecer relaciones filogenéticas entre diferente sistemas vivos

La estrategia de instrucción, contiene características muy similares a las del guión experimental 1, antes citado, incluso también con preguntas intercaladas.

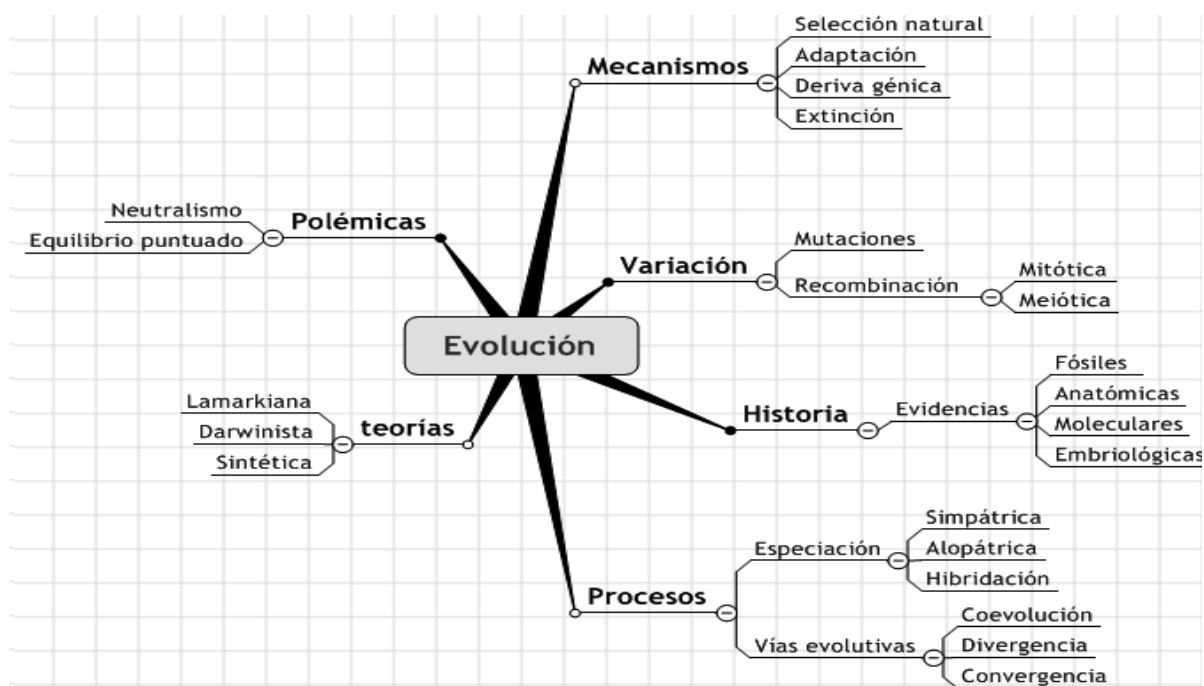
Cabe mencionar que esta actividad es conducida a través de la **investigación dirigida**. Considerando los siguientes puntos:

### **Secuencia de Enseñanza/Investigación Dirigida**

- Planteamiento de una situación problemática a los alumnos.
- Estudio de las situaciones problemáticas con apoyo documental, y depuración y delimitación del problema
- Seguimiento de una estrategia científica sobre como abordarlo.
- Aplicación de los conocimientos obtenidos a nuevas situaciones para profundizarlos y afianzarlos, y
- Elaboración de reportes o memorias sobre las actividades realizadas así como sus logros.

## V.5. Estrategia postinstruccional (cierre)

1. Empleando el modelo exposición – discusión se inducirá la construcción de un organizador gráfico, que puede ser un diagrama de árbol.



Es importante señalar que el modelo de exposición discusión es recomendable emplearlo una vez que se ha tenido la oportunidad de revisar la información relacionada con el tema a estudiar, a través de los diferentes recursos anteriormente descritos, ya que por sus características, a través del uso de este modelo es posible el manejo de cuerpos grandes de conocimiento y/o información, que es recordada por medio de la construcción de una representación esquemática de la información. Es también importante señalar que dicha construcción se debe

hacer con la información que los estudiantes recuerdan y armarla conjuntamente en el pizarrón.

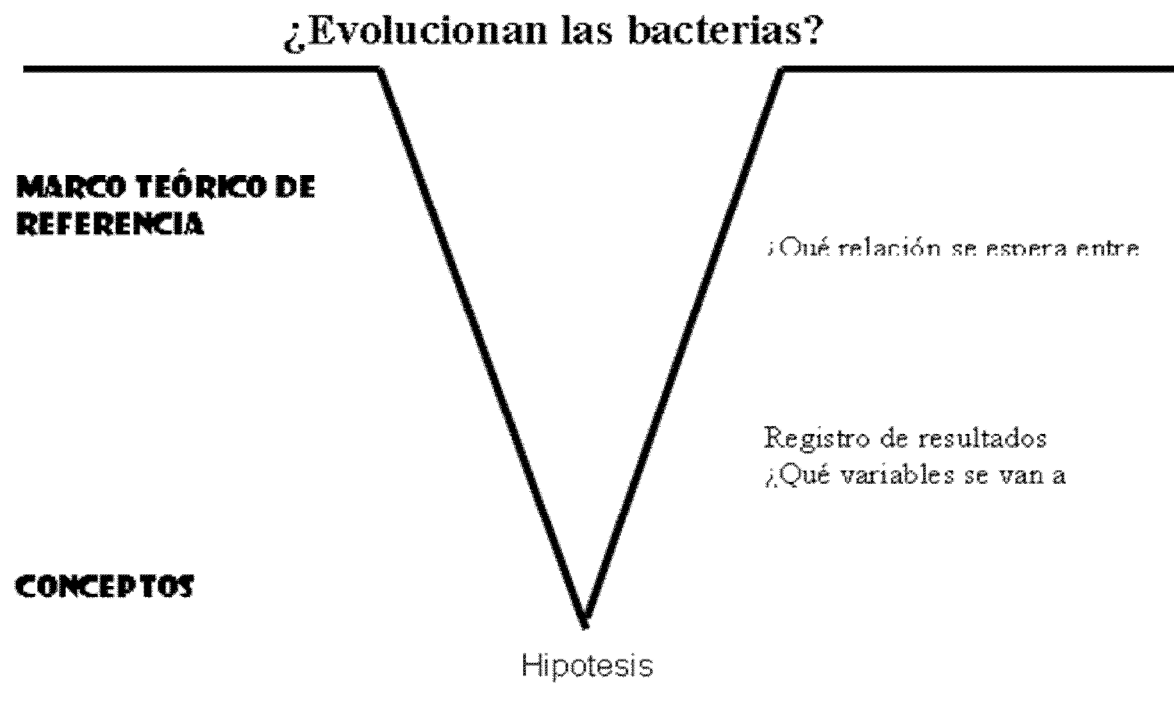
Con lo anterior será posible

- Dirigir y mantener la atención, el interés y la motivación de los alumnos.
- Explicar en términos visuales, lo que es difícil comunicar en forma lingüística
- Favorecer la retención de la información,
- Permitir integrar, en un todo, información que de otra forma quedaría fragmentada y
- Contribuir a clarificar y a organizar la información.

2. Exposición oral y escrita de los logros en la actividad experimental.

Los estudiantes a través de un texto de secuencia, deberán exponer la forma como realizaron trabajo experimental, sus resultados, el análisis y la conclusión.

Es recomendable que en vez de un informe escrito, se construya una *VdeGowin*.



A través de el empleo de la V de Gowin los alumnos reflejan los logros alcanzados en el cambio conceptual, actitudinal y procedimental, con respecto a las ideas y conceptos previos registrados en la tabla CQA., después de haber realizado las diferentes actividades propuestas en este paquete didáctico, por lo tanto es posible evaluar

- Contenidos declarativos en la forma y dominio del manejo de la información,
- Habilidades en la jerarquización de la información
- Habilidades para el análisis, síntesis y analogía y el pensamiento crítico
- Actitudes para el trabajo colaborativo y para la propositividad.

Para fines de evaluación, se propone el empleo de rubricas diseñadas para evaluar el trabajo colaborativo y cooperativo, poniendo especial énfasis en las evidencias mostradas en el desarrollo de habilidades en el manejo del lenguaje oral



y escrito, habilidades en la elaboración y presentación de materiales para exposición, así como organización y distribución del trabajo.

Rubrica para evaluar el trabajo en equipo

Numero de equipo

Nombres de los integrantes \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

CRITERIOS	ESTANDARES		
	AVANZADOS	INTERMEDIOS	PRINCIPIANTES
ORGANIZACIÓN	Existe división del trabajo en forma integrada	Existe división de trabajo pero algunas actividades no están integradas	Existe división del trabajo pero de manera independiente

PARTICIPACIÓN	Todos los integrantes participan de manera equitativa	Todos los integrantes participan pero de manera no equitativa	uno o más integrantes no participan
RESPONSABILIDAD	Todos los participantes realizan las tareas asignadas	Uno de los integrantes realiza sus tareas de manera parcial	Dos o más de los integrantes realizan sus tareas de manera parcial, o alguno no realiza su tarea

Rubrica para evaluar la exposición oral en equipo

Tema: \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

Nombres \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Nombre del

evaluador: \_\_\_\_\_

	ESTANDARES
--	------------

CRITERIOS	AVANZADOS	INTERMEDIOS	PRINCIPIANTES
CLARIDAD	El lenguaje utilizado es claro, la información es suficiente y entendible.	El lenguaje utilizado es claro y entendible. pero la información no es suficiente	El lenguaje utilizado no es claro ni entendible, y la información no es suficiente
PARTICIPACIÓN	Todos los integrantes participan de manera equitativa	Todos los integrantes participan pero de manera no equitativa	uno o más integrantes no participan
PRESENTACIÓN	Se presenta la información empleando imágenes claras, laminas con poco texto y /o acetatos	Se presenta la información empleando no más de dos herramientas.	No se emplea ningún material para la presentación

Completar el cuadro CQA. Anteriormente manejado. Para esta etapa final se contempla el llenado final de la tabla CQA propuesto al inicio del curso, donde lo alumnos ya estarán en la posibilidad de reconocer que fue lo que aprendieron.

¿Qué es lo que conozco sobre Biología evolutiva? (C)	¿Qué es Lo que quiero conocer / aprender de Biología evolutiva? (Q)	¿Qué es Lo que aprendí de Biología evolutiva? (A)

Por último, aplicación de una Bitácora col. Que nos permitiría un espacio de reflexión para evaluar en su totalidad todo lo relacionado con el curso.

Evaluación del curso.

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

**¿QUÉ INTEGRÉ o APRENDÍ?**

**¿QUÉ ACTIVIDADES REALIZADAS EN CLASE SON LAS QUE RECUERDO?**

**¿QUÉ ACTIVIDADES ME DISGUSTARON?**

**¿QUÉ PROPONGO?**

## CAPITULO VI. RESULTADOS

La totalidad de la información presentada en este apartado, se generó a través de la aplicación del paquete motivo de esta tesis, en los grupos 560 y 562 del Colegio de Ciencias y Humanidades en el plantel Oriente y 540 de la Escuela Nacional Preparatoria No 5. Atendidos durante los cursos en las materias de *Práctica Docente I, II y III*. En los el períodos lectivos 2006 – 2, 2007 – 1 y 2007 - 2

Cabe señalar que las materias de práctica docente, pertenecen al programa curricular de la Maestría en Educación Media Superior (MADEMS), y comprende nueve actividades académicas obligatorias con 74 créditos y seis actividades optativas con 64 créditos, las actividades académicas obligatorias son tres en el tronco común y son las mismas para todos los estudiantes de esta maestría, dos que se relacionan con cada campo de conocimiento y cuatro que pertenecen al ámbito de integración de la docencia, que para fines de ubicación curricular es llamada líneas de formación y los ámbitos de docencia. En esta línea es donde se encuentran ubicadas las tres *Prácticas Docentes*, que en términos generales responde a un programa de formación supervisada frente a grupo, gradual y secuenciado, que asegura el traspaso progresivo del control y responsabilidad en el manejo de habilidades docentes, a través de la participación guiada, la asistencia constante del supervisor y la coordinación por parte del tutor.

Ahora bien, en cada Práctica Docente se presentaron características particulares al momento de aplicar este paquete didáctico, debido a que obviamente se trataba de grupos diferentes y sistemas educativos diferentes, ya que la práctica docente I y II las realicé en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Oriente, perteneciente a la UNAM y la Práctica Docente III consideré oportuno realizarla en la Escuela Nacional Preparatoria No 5, con la intención de aplicar este paquete producto de esta tesis, y así tener la oportunidad de confrontar su aplicabilidad en los dos diferentes sistemas educativos.

Por otro lado, he reconocido a lo largo del proceso MADEMS, que el entorno educativo es determinante en la consecución y promoción de los diferentes contenidos (declarativos, procedimentales y actitudinales), por lo cual a continuación describo el entorno e infraestructura de ambos sistemas educativos

Práctica Docente en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Oriente

Dada la hora en la cual se realizaron las actividades, (9:00 – 11:00 am.), la iluminación fue suficiente, además de que los ventanales son de cristal y de tamaño adecuado que permiten una buena entrada de luz natural y ventilación, sólo en los casos de los días de práctica, por la necesidad de mantener ventilas y puerta cerradas, esto impidió que la ventilación no fuera apropiada.

En el laboratorio, se cuenta con 6 mesas de trabajo, que permite albergar hasta 6 personas, con espacio algo restringido, por lo que se optó por distribuir a los alumnos en equipos de 5 máximo, los bancos aunque son individuales considero que son muy altos e incómodos, sin embargo por ser individuales y las mesa son móviles, esto permite realizar una amplia gama de actividades grupales.

Se cuenta con material audiovisual Proyector de acetatos y vídeocasetera en buenas condiciones, la cristalería como cajas petri y pipetas son suficientes y en buenas condiciones; los medios de cultivo aunque sólo existe el correspondiente para “mesofílicos aeróbicos” éste es limitado. Por otro lado el equipo como el autoclave e incubadora, se encuentran en óptimas condiciones

La población estudiantil del colegio de Ciencias y Humanidades, posee características muy particulares, como es el caso de cada uno de los planteles, una de éstas es que la mayoría proviene de la zona oriente de la ciudad de México, es decir provienes de una parte de Iztapalapa, Iztacalco, Cd Nezahualcoyotl, Los Reyes, Chimalhuacan, e incluso de Texcoco, un alto porcentaje pertenece a la clase baja y media baja. Las preferencias para entretenimiento es muy heterogénea van desde el gusto por los videojuegos, cartas y en gran medida por el fútbol, hasta los que únicamente escuchan música, en este sentido la mayoría de los estudiantes se

inclinan por escuchar diferentes ritmos o tipos de música como por ejemplo: Hip hop, reguetown, Ska, y en menor medida la música tropical y grupera. Hablando concretamente de los grupos en los que realicé la práctica docente, éstos pertenecen a una edad de entre los 16 – 19 años, con una relación de sexos de 1.3 – 1 la mayoría son personas de sexo femenino.

Práctica Docente realizada en la Escuela Nacional Preparatoria No 5:

El aula donde fue realizada la totalidad de las actividades fue en un laboratorio de Biología que posee las siguientes características: La ubicación del laboratorio no permite la entrada de luz natural, por lo que la iluminación siempre es artificial, sin embargo esta luz es suficiente para realizar las actividades de manera correcta. Asimismo, el relativo aislamiento del laboratorio permite el desarrollo de las actividades sin perturbaciones externas, existe ventanales pequeños que no permiten una circulación del aire óptima por lo que en momento se percibe un ambiente pesado.

El laboratorio cuenta con 24 mesas de trabajo para albergar a dos alumnos cada una, se encuentran fijas al piso, lo que no permite realizar alguna dinámica de grupo de manera adecuada. La ubicación del pizarrón esta en una posición muy elevada, considerando la altura en la que se encuentran los alumnos sentados. Asimismo la situación de los pupitres dificulta una mejor interacción de los alumnos con el maestro, ya que este último no puede desplazarse libremente a lo largo y ancho del laboratorio.

Se cuenta con material audiovisual Proyector de acetatos y vídeo casetera en buenas condiciones, dado que se planeo la realización de una actividad experimental, para lo cual buena parte de la preparación del material y reactivos fue realizada por el profesor, no fue posible observar las condiciones del material, reactivos y equipo

Es importante resaltar que a cada término de clase, el personal responsable de la limpieza del laboratorio acude oportunamente a realizar su trabajo, por lo cual



el laboratorio al inicio se encuentra limpio y ordenado. Por otro lado el personal laboratorista, es atento y dispuesto de manera permanente a brindar el apoyo necesario, por lo cual es importante resaltar el buen desempeño de este personal.

#### Características del grupo

La población estudiantil de la Escuela Nacional Preparatoria plantel 5, posee características muy particulares como es el caso de cada uno de los planteles, una de estas es que la mayoría proviene de la zona sur de la ciudad de México, es decir provienen de delegaciones Como: Iztapalapa, Tlalpan, Coyoacan, Xochimilco, e incluso de Álvaro Obregón. Un alto porcentaje pertenece a un estrato económico solvente. Las preferencias para entretenimiento es muy heterogénea van desde el gusto por los videojuegos, cartas y en gran medida por el fútbol, hasta los que únicamente escuchan música, en este sentido la mayoría de los estudiantes se inclinan por escuchar diferentes ritmos o tipos de música como por ejemplo: Hip hop, Ska, Rock y en menor medida la música grupera. Hablando concretamente del grupo en el que realice la práctica docente, pertenecen a una edad de entre los 16 – a los 19 años, con una relación de sexos de 1.3 – 1 siendo mayoría las personas de sexo masculino. Percibo al grupo muy heterogéneo en relación al desempeño escolar.

Como es posible constatar a través de las bitácoras de la práctica docente I, II y III, fue necesario realizar una serie de ajustes a la planeación propuesta inicialmente, debido a las diferencias de asignación de tiempo de clase, ya que mientras en el CCH las clases son de dos horas para todos los grupos, para el caso de la ENP existen grupos con horarios de 50 minutos por clase y otros con 1 hora 50 minutos, lo cual obliga a realizar ajustes en los tiempos de ejecución de cada actividad propuesta en el paquete didáctico. De acuerdo al sistema educativo y al horario.

Como es posible observar los objetivos de la Práctica Docente está encaminada a destacar de manera sustancial el papel de los logros en el proceso de

enseñanza - aprendizaje. Para todos está claro que los logros tienen una función rectora con respecto a los demás componentes del proceso de enseñanza. En el caso de realizar un ejercicio de reflexión, los logros constituyen también el punto de partida y los criterios para la diagnosis del desempeño docente, así como para el diseño de las estrategias para la remediación de los fracasos y reconsiderar los logros. Un profesor que no tenga en cuenta estos aspectos en el momento de preparar futuras planeaciones, no podrá conocer realmente el nivel de aprendizaje de sus alumnos, y estará construyendo estructuras de enseñanza en “suelos fangosos” e inciertos, no podrá mostrar el grado de efectividad del sistema de recursos utilizados por él. De tal forma que para realizar un buen ejercicio de reflexión, es necesario considerar todas las variables implícitas en el proceso de enseñanza aprendizaje. Estas variables son entre algunas: los planes de estudio, la institución, los alumnos, los docentes, etc.

Es importante resaltar que en todo este proceso la función del docente adquiere gran relevancia, debido a que es él, el que se convierte en el gestor y regulador de una parte importante del proceso.

Resultados en la aplicación de cada uno de los elementos que constituyen este paquete didáctico

Para cada una de las Prácticas Docente. consideré de suma importancia, la presentación del plan de clase de manera global, donde los estudiantes conocieran a partir de su lectura los objetivos de la actividad, lo cual me permitió, llamar su atención y generar expectativas.

Evocación de ideas previas

Por otro lado la dinámica de invitar a los alumnos a evocar sus conocimientos previos, empleando el ejercicio ABP, la tabla CQA y la lluvia de ideas fue muy útil, ya que sirvió como focos de atención o como referentes de situaciones posteriores, e Influyó de manera poderosa en la atención y motivación de los alumnos lo que me permitió que al final de la clase pudieran los alumnos, contrastar sus conocimientos

previos con las teorías alternativas. En este punto es importante resaltar la importancia de que los alumnos puedan tener la posibilidad de contrastar sus ideas previas con lo aprendido a través de los ejercicios que se realicen en la clase. También es importante señalar que esta estrategia estuvo presente en las tres prácticas docentes e incluso con los mismos ejercicios.

#### Lectura de texto

Existe una exigencia desde distintos puntos de la sociedad, que la lectura, es una de las debilidades de nuestra educación, por tal motivo insistir en su realización en clase para facilitar la comprensión y análisis de la información, (es impostergable).

Es importante señalar que insistir en la realización de esta actividad me permitió integrar a los alumnos apáticos o desinteresados. Esta habilidad intenté promoverla empleando textos de fácil comprensión, y procuré guiar la lectura con preguntas problematizadoras o bien con un cuestionario para la recuperación de la información.

Por lo tanto la estrategia de la lectura del texto permitió

1. Focalizar la atención y decodificación literal del contenido
2. Construir conexiones internas y externas,
3. Orientar las conductas de estudio hacia la información de mayor relevancia
4. Promover el repaso y la reflexión sobre la información central que se va a aprender.
5. En el caso de las preguntas del cuestionario incluidas en el texto, les permitió a los alumnos valorar la comprensión, aplicación o integración, lo cual favorece el aprendizaje significativo del contenido. Y

6. Me permitió supervisar el avance gradual del alumno cumpliendo funciones de evaluación

#### Realización de la actividad experimental

Cabe mencionar que esta estrategia aunque fue conducida considerando los lineamientos del modelo de investigación dirigida, que contempla las siguientes características.

- Partió del planteamiento de una situación problemática a los alumnos.
- El estudio de las situaciones problemáticas permitió o formó parte del apoyo documental, y una pertinente depuración y delimitación del problema
- Procuré la aplicación de los conocimientos obtenidos a nuevas situaciones reales para profundizarlos y afianzarlos, y
- Solicité la elaboración de un reporte en la forma de una V de Gowin.

A través del empleo de este último recurso, es posible distinguir el grado de dominio de los contenidos curriculares. Y con lo que es posible evaluar

- Contenidos declarativos en la forma y dominio del manejo de la información,
- Habilidades en la jerarquización de la información
- Habilidades y actitudes para el análisis, síntesis y analogía, así como para el trabajo colaborativo, la propositividad y la crítica.

Para el caso de la aplicación del paquete didáctico en el grupo de la ENP la misma actividad experimental aplicada en el CCH tuvo que adecuarla dado los tiempos asignados para revisar los contenidos, de tal manera que se pudiera aprovechar el trabajo extraclase, por ejemplo los materiales y medios de cultivo fueron preparados por mí, fuera de clase y el registro de los resultados fue necesario realizarlo junto con todos los alumnos en un horario diferente al de la clase.

## Recapitulación de la información

Es importante señalar que la recapitulación de la información, fue posible realizarla después de cumplir con cada una de las actividades propuestas en el paquete didáctico, y lo conduje mediante el empleo del modelo Exposición – Discusión ya que a través del uso de este modelo es posible el manejo de cuerpos grandes de conocimiento, a través de la participación grupal los alumnos fueron construyendo una representación grafica de la información, es importante señalar que dicha construcción se hizo con los aprendizajes incorporados por los estudiantes y aportados por ellos para la construcción de manera grupal en el pizarrón.

Con lo anterior fue posible

- Dirigir y mantener la atención, el interés y la motivación de los alumnos.
- Explicar en términos visuales, lo que es difícil comunicar en forma lingüística
- Favorecer la retención de la información,
- Permitir integrar, en un todo, información que de otra forma quedaría fragmentada y
- Contribuir a clarificar y a organizar la información.

La evaluación en un sentido intrínseco se refiere básicamente al estudio de las condiciones que afectaron el proceso de aprendizaje, a la manera como este se originó, al estudio de aquellos aprendizajes que no están previstos curricularmente. La evaluación del proceso de aprendizaje consiste en una serie de apreciaciones o juicios sobre el acontecer humano en una experiencia grupal, en esta experiencia tienen lugar fenómenos objetivos y subjetivos en una relación necesaria que da razón de ser a la explicación de la estrategia del conocimiento.

De tal forma que el empleo de los diferentes instrumentos de evaluación sugeridos en este paquete, permitieron evidenciar cambios conceptuales

importantes, desarrollo de habilidades y actitudes, que me permiten presumir un alto grado de eficiencia obtenido, mediante el empleo de este paquete didáctico para la comprensión del proceso evolutivo.

Cambios conceptuales obtenidos mediante el empleo de este paquete didáctico.

Es importante mencionar que para observar los cambios conceptuales obtenidos por los estudiantes, se empleó la tabla CQA aplicada a estos mismos durante el desarrollo de las actividades. Registrando las respuestas escritas por 93 estudiantes

<p>¿Qué es lo que conozco sobre Evolución?</p> <p>(C)</p>	<p>¿Qué es Lo que quiero conocer / aprender de Evolución?</p> <p>(Q)</p>	<p>¿Qué es Lo que aprendí sobre Evolución?</p> <p>(A)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayoría explica la Evolución desde el planteamiento de Lamarck</li> <li>• Hay insistencia en mezclar adaptación con selección natural.</li> <li>• Explican la Evolución remitiendo únicamente la participación de estas dos fuerzas. Adaptación y selección natural</li> <li>• Definen Evolución, resaltando el sentido de cambio.</li> <li>• Solo reconocen a Darwin y Lamarck como los únicos proponentes de alguna explicación del proceso evolutivo.</li> <li>• No distinguen entre niveles jerárquicos conceptuales.</li> <li>• Hablar de Evolución es equivalente a hablar del origen de la vida.</li> <li>• No se asocia a Darwin con la selección natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les interesa distinguir cada uno de los factores implicados en la Evolución.</li> <li>• Quieren saber cómo ocurre el proceso evolutivo</li> <li>• La Evolución del hombre les interesa de manera importante</li> <li>• Quieren saber qué pasa con la clonación desde el punto de vista evolutivo.</li> <li>• Les interesa saber de qué manera evolucionaron los dinosaurios</li> <li>• Existe una alta expectativa en saber de qué manera se puede ver la acción de las fuerzas evolutivas, de manera experimental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocen que existen otros factores además de la adaptación que actúan en la Evolución biológica.</li> <li>• Distinguen la diferencia entre el planteamiento de Lamarck y el de Darwin y reconocen a este último con un mayor poder explicativo del proceso evolutivo.</li> <li>• Reconocen que la Evolución se da a través de diferentes procesos</li> <li>• Reconocen que las fuentes de variación son las mutaciones, los diferentes procesos de recombinación genética.</li> <li>• Reconocen que los cambios que se dan en una especie no son progresivos , graduales, ni están determinados exclusivamente por el ambiente</li> </ul>

**Los cambios procedimentales que se perciben son:**

- Desarrollo de habilidades en la investigación bibliográfica
- Desarrollo del pensamiento crítico
- Desarrollo de habilidades de síntesis y análisis
- Habilidades en la organización del trabajo de equipo
- Desarrollo de la comunicación oral y escrita

**Los cambios actitudinales que se perciben son:**

- Una mejor disposición al trabajo en equipo
- Mayor interés para participar en clase
- Mejor actitud propositiva
- Mejor actitud crítica ante los fenómenos naturales sujetos a cambio

## **CAPITULO VII. CONCLUSIÓN**

Son indudables los beneficios en el proceso educativo, obtenidos a través del empleo de estrategias, planeadas pertinentemente con actividades articuladas con diferentes instrumentos, e integrados a través de criterios pedagógicos, didácticos y disciplinarios,

En este mismo sentido, apoyarse en estrategias con las características antes mencionadas, facilita la comprensión de núcleos conceptuales problemáticos como es el caso del concepto de Evolución,

Asimismo existen conceptos que por muy sencillos que parezcan, es sumamente difícil lograr que los alumnos se apropien de estos.

En este sentido los conceptos de: selección natural, variación, deriva génica, extinción y adaptación, considero que pueden ser revisados únicamente a través de sus definiciones, sin embargo es necesario, romper paradigmas construidos desde los inicios de la formación escolar.

Existe un problema adicional para lograr la incorporación concatenada del cuerpo conceptual relacionado con el concepto Evolución y éste es la deficiente comprensión por parte de los alumnos de conceptos relacionados y condicionantes por ejemplo: mutación, recombinación, migración, competencia, por citar algunos. aunque son conceptos que con anterioridad ya fueron revisados en los primeros semestres del bachillerato, persisten algunas inconsistencias en su apropiación.

Sumado a la problemática anteriormente citada, existe un cambio en el significado de alguno de estos conceptos, (me refiero a la concepción errónea de variación, que se confunde de manera reiterada con variabilidad y/o con variedad, como un ejemplo) entonces el problema se agrava.

Ahora bien el único instrumento valido para poder medir el dominio disciplinario por parte del maestro es, el grado de apropiación de estos conceptos por parte de los alumnos, así como su empleo en la solución de problemas en su



vida cotidiana. Para lo cual es necesario que mediante el enfrentamiento de los alumnos a problemas reales, se evidencie su manejo objetivo. En este sentido cabe resaltar las virtudes de la V de Gowin, realizada por los alumnos, la que a través de la síntesis de la información revisada hasta ese momento y mediante un trabajo colaborativo, expusieron con resultados alentadores.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de este paquete didáctico, demuestran que en el proceso educativo se debe partir de que los estudiantes son aprendices activos, comprometidos en tareas significativas, que piensan reflexiva y críticamente y que a menudo interactúan en experiencias de aprendizaje colaborativo. Esto implica que los estudiantes deben estar aprendiendo activamente, comprometidos con tareas que los hacen sentirse motivados, en lugar de quedarse callados y pasivos en sus asientos.

Por otro lado, la población estudiantil con los que se desarrollaron las actividades de este paquete didáctico fue diversa, con rasgos propios al sistema educativo al cual pertenecen, por lo que considero necesario realizar ajustes dependiendo del modelo educativo en el que se aplique.

Asimismo las condiciones de infraestructura para cada sistema educativo son diferentes, por lo cual es obligado realizar ajustes, especialmente en el tiempo destinado para la realización de cada actividad.

Es posible percibir cambios en el manejo conceptual, en el desarrollo de habilidades y un cambio conductual en los estudiantes a los cuales se les aplicó el paquete.

Es importante resaltar que es trascendental la acción del docente en etapas en las que el individuo se encuentra en el proceso de formación de la autoimagen, el autoconcepto y la autoestima, debido que esto delinearán su personalidad.

Es necesario también entender que la formación disciplinaria no es suficiente, que ante una sociedad y ciencia tan cambiante es necesario mantener programas de

actualización continuas, en esa misma medida es necesario empatar la formación pedagógica con la formación disciplinaria, asimismo los futuros docentes deben estar en contacto con aquellos más experimentados. El docente debe ser o formar parte del entorno o colectividad, esto fortalece los nexos entre la escuela y la comunidad local. Es decir el docente debe formar parte del entorno del estudiante y no encerrarse en una burbuja donde los alumnos no sientan la confianza de acercarse.

El actuar docente no se debe conformar con atesorar conocimientos científicos y técnicos sólidos, ni con estar capacitado para analizar las necesidades que surgen en el aula. Se debe Buscar y/o procurar que los alumnos adquieran instrumentos y técnicas de trabajo que favorezcan su proceso de aprendizaje y el ejercicio del pensamiento crítico y contribuir a la interpretación y comprensión de un mundo cauterizado por la existencia de múltiples estímulos informativos e informáticos.

Asimismo la actitud profesional debe basarse en los principios de adaptabilidad y flexibilidad, ya que la actividad docente es compleja, delicada, y cambiante.

Por último, de los resultados obtenidos durante el diseño de este paquete y los parciales obtenidos en su aplicación, considero importante realizar un trabajo de investigación educativa más profundo y detallado, con el propósito de valorar con mayor precisión, la efectividad de este paquete didáctico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, T. (1994): **Un apunte sobre la calidad de la educación**, Acción Educativa, año I-No.1, CISE-UAS. Pág. 13
- Álvarez, M. (2007). **La evaluación formativa**. Cuadernos de Pedagogía. No. 364: Págs. 96 – 101.
- Amundson, R. & G. Lauder. (1994) Function without purpose: The uses of causal role function in evolutionary biology. *Biology & Philosophy*, 9: 443-69.[Reimpreso en D. Hull & M. Ruse (eds) *The Philosophy of Biology*, Oxford University Press, 1998, Pp. 227-257]
- Anderson, J., Reder, M. y A. Simon. (2001). **Educación: el constructivismo radical y la psicología cognitiva**. Estudios Públicos, Pp. 128.
- Araceli, C. (1999). **El Programa Educativo 1995-2000 y el Discurso de una Política hacia el nivel medio superior y superior**. Acción Educativa Vol. 1 No 0
- Audersik, T., Audersik, G. y B. Byers. (2004). **Biología: Ciencia y Naturaleza**. Ed. Prentice Hall. México. Págs. 259 – 265.
- Ayala, J. y G. Stebbins. (1985). **La Evolución Del Darwinismo**. Revista Investigación y Ciencia, nº 108: 42
- Bacáicoa, G. (1996). **La construcción de conocimientos**. Servicios Editoriales, Universidad del país Vasco Pág. 27 – 28
- Baquero, F., Blázquez, J. y J. Martínez. (2002). **Mutación y resistencia a los antibióticos. En Virus y Bacterias**. Investigación y ciencia. 315. Pág. 71
- Barahona, A. y D. Piñero. (2002) **Genética: La continuidad de la vida**. 3ª ed. Fondo de Cultura Económica. Pp. 147

- Barahona, E. (1999). **Darwin y el concepto de adaptación.** En: La Evolución biológica. UNAM. México. Pág. 63.
- Barriga A., y R. Hernández (1998) **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo.** México: McGraw-Hill. Pág. 141.
- Bowler, J. (1992). **Lamarckism.** En **Keyword evolutionary biology.** Harbard University Press. Pág. 198.
- Burian, R. (1983) Adaptation. En *Dimensions of Darwinism*, M. Grene Ed. Cambridge University Press. Pp. 287-314.
- Caamaño, A. (2004). **Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: Una clasificación útil de los trabajos prácticos.** Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales, 39, Pp. 8-19.
- Carretero, M. (1997). **Desarrollo cognitivo y aprendizaje.** Progreso. México. Pp. 39-71.
- Coll, C. (2007). **Una encrucijada para la educación escolar.** Cuadernos de pedagogía N° 370, Págs. 19-23.
- Coll, C. (2004). **Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por la tecnología de la información y la comunicación.** Sinéctica. 25: 1 – 24.
- Coll, C. (1999). **La teoría genética y los procesos de construcción del conocimiento en el aula.** En: J. A. Castorina, C. Coll et al. Piaget en la educación. Debate entorno a sus aportaciones. México: Paidós. Pp.15-52.
- Coll, C., Marchesi y J. Palacios. (1990), **Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación,** Madrid, Alianza. Pp. 270.
- Coll, C. (1991). **Psicología y Currículum.** Paidós. Pp.184

- Coll, C. y E. Valls. (1992), **El aprendizaje y la enseñanza de los procedimientos en los contenidos**. Madrid, Santillana. Pág. 25
- Curtis, H. y S. Barnes. (2000). **Biología**. Ed. Médica Panamericana. Pp.1584
- Darwin, Ch. (2005) **El origen de las especies**. Traducción Rutiaga R. Ed. Tomo S. A. de C. V. Pág. 474.
- De la Vega, J. (1993). **Ecuación, Psicología y enseñanza**. Ed Algibe. España. Pág. 84
- De Luna E. y B. Mishler. (1996). **El concepto de Homología filogenética y la selección de caracteres taxonómicos**. Biol.Soc. Bot. México. 59:131. 146.
- Delaye, L., Becerra, A. y A. Lazcano. (2005). **El último antepasado común: ¿cuál es su nombre?** Origen de Vida y Evolución de Biosferas 35: 537-554.
- Deldrs, J. (1997) **La Educación encierra un Tesoro**. México. El Correo de la UNESCO. Pág. 156 – 171.
- Díaz, B. (2002).**La Función Mediadora del Docente y la Intervención Educativa**; In. Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Méx. McGrawHill. Pág. 1 -28.
- **Dirección General de Asuntos de Personal Académico**, UNAM. Abril 2005.
- Dobzhansky, Th., F. Ayala, G. Stebbins y J. Valentine. (1980). **Evolución**. Ed. Omega, Barcelona. Pp. 50.
- Eggen, P. y D. Kauchak. (2006). **Estrategias docentes**. Fondo de Cultura Económica. Méx. Pp. 489.
- Eguiarte, E. (1999). **Una guía para principiantes a la genética de poblaciones**: En Núñez – Farfán, y L. Eguiarte. (Compiladores). Evolución Biológica. 1ª. Ed. UNAM. México. Pág. 38.

- Eldredge, N., & S. Gould. (1972). **Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism**. In: Models In Paleobiology (Ed. by T. J. M. Schopf). Pp. 34
- Flores, V. (1999). **Alfred Russel Wallace**. En. La Evolución Biológica. UNAM. México. Pág 70.
- Fogiel, Max. (1999). **The Biology, Problem Solver**. Ed. Research & Education Associaton Piscataway, N. Jersey. Pp. 1024.
- Futuyma, D. (1986). **Biología evolutiva** (2do Ed.). Sunderland, Massachusetts: Asociados de Sinauer. Pág. 30.
- *Gaceta CCH Suplemento especial número 2 4, 23 de mayo de 2008*
- Gagné, R. (2001). **La planificación de la enseñanza**. Ed. Trillas. México. Pág. 75.
- García A. (2005). **Evolución, desarrollo y (auto) organización. Un estudio sobre los principios filosóficos de la evo-devo**. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco. Págs. 138, 189.
- García, M., Lastiri, L., y E. Pontes. (2000). **Modelo Educativo Institucional del Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia**. UNAM, CUAED, Dirección de Educación Abierta. Pág. 25.
- Godfrey-Smith, P. (2000), **On the Theoretical Role of "Genetic Coding"**, Philosophy of Science 67: 26-44.
- Goldschmidt, R. (1940). **The material basis of evolution**. Yale University Press. Págs. 200 – 206.
- Gómez, R. (2007). **La metodología didáctica**. Cuadernos de pedagogía, Nº 366, Págs. 76-77.
- Gómez, P., Romero A., Rodríguez C. y A. Ramírez. (2004). **Manual básico de aprendizaje basado en problemas**. Seminario de química Azcapotzalco.

- Gould, S. (2004). **La estructura de la Teoría de la Evolución**. 1ª ed. Ed. Metatema. Pp. 1426.
- Gould, S. y R. Lewontin. (1979). **The spandrels of St Marcos and the panglossian paradigm; a critique of adaptation programme**. Proc. R. Soc. Lond. B 205, 581 – 589.
- Griffiths, F., Gelbart, W., Miller, H. y R. Lewontin. (2004). **Genética Moderna**. Mc. Hill. Interamericana. Pág. 236 – 237.
- Hernández, F. y J. Sancho. (1994). **Para Enseñar no Basta con saber la asignatura**. Barcelona: Paidós. Pág. 19 – 34.
- Hodson, D. (2000). **The place of practical work in science education**. En M. Sequeira, I. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso y J. M. Baptista (orgs.), *trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: universidade do minho. 462.
- Instituto de estadística de la UNESCO. **Aptitudes básicas para el mundo de Mañana, otros resultados del Proyecto pisa (2000)**, Resumen ejecutivo.
- Kimura, M. (1983). **The neutral theory of molecular evolution**. Cambridge Univ. Press. P.p.20.
- Kimura, M. (1992). **Neutralism**. En *Keyword Evolutionary Biology*. Harbard University Press. Pág. 225 – 230.
- Kuhn, S. (1962) **La estructura de las revoluciones científicas**. Traducción: Agustín Contín. Fondo de cultura económica. Pp. 320.
- Larson, J. (1997). **Summer for the Gods: the Scopes Trial and America's Continuing Debate over Science and Religion**. New York: Basic Books, 173–175.

- Leite, L., y A. Figueiroa. (2004). **Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias.** Alambique — Didáctica de las Ciencias Experimentales, 39, Pp. 20-30.
- Lenski, E. (1998). **Bacterial evolution and the cost of antibiotic resistance.** *International Microbiology* 1:265-270.
- Lenski, E. (2000). **Evolution:** Fact and Theory. ActionBioscience.org. <http://www.actionbioscience.org/evolution/lenski.html>
- Lewontin, R. (1999). **La Evolución.** En: Evolución biológica. 1ª ed. UNAM. México. Pág. 25 – 26.
- Lewontin, R. (1970): “The units of selection”. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1, 1-18.
- Martínez de Lara, J. (2006). **El aprendizaje de la Evolución en el subsistema de la prepa abierta de la SEP.** Análisis propositivo. Tesis para obtener el grado de Biólogo. UNAM. Fac de Ciencias. Pág. 86
- Martínez, A., Gutiérrez, H., y G. Piña. (2006). Aprendizaje Basado en Problemas en la Enseñanza de la Medicina y Ciencias de la Salud. Facultad de Medicina. UNAM
- Maynard, M. citado en *The World’s Most Famous Court Trial: Tennessee Evolution Case* (Dayton, Tenn.: Bryan College, 1990), 139. Un reporte estenográfico completo del juicio; una reimpresión de la primera edición publicada en Cincinnati por la National Book Company en 1925.
- Mayr, E. (1997). **The establishment of evolutionary biology as a discrete biological discipline.** *BioEssays*, 19 (3): 263-266.
- Mayr, E. (1998) **Así es la Biología.** Ed. Debate S.A., Madrid. 67 – 69.
- Mellado, J. (2005). **Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia.** *Rev. investigación Didáctica.* 4(2),



- Meyer, S. y K. Newton. (2003). **Los Significados de Evolución**. Design and Public Education. <http://www.jodkowski.pl/ke/Meanings2000.pdf>
- Miguens, M. y R. Garret. (1991). **Prácticas en la Enseñanza de la Ciencia**. Enseñanza de la ciencia. 9 (3). 228 – 229.
- Molina, B. (1997). **Planeamiento didáctico**. Ed. Universidad Estatal de Costa Rica, Pp. 12.
- Monereo, C. (2000). **Las estrategias de aprendizaje: ¿Qué son? ¿Cómo se enmarcan en el currículum?** Madrid, Visor. Pág. 11 – 29.
- Monereo, C., y J. Pozo. (2007). **Competencias para (con) vivir con el siglo XXI**. Cuadernos de pedagogía. Nº 370, Págs. 12-18.
- Muria Vila. (2002). **Lineamientos para la elaboración de programas de estudio**. Dirección de coordinación académica. UNAM. México. Pp.5
- Nuñez – Farfan, J., y L. E. Eguiarte. (Compiladores). (1999). **Evolución Biológica**. 1ª. Ed. UNAM. Pp. 67
- Ormrod, J. (2003). **Educational Psychology: Developing Learners**, Fourth Edition. Pág. 232.
- Palacios, J., Marcheis, A. y C. Coll. (comps) (2002). **Desarrollo Psicológico y Educación**. Madrid. Alianza Editorial. Capítulo 16-19.
- **Plan Nacional de Desarrollo del CCH**, UNAM. 2006 – 2010. Pp. 15
- Plan Nacional de Educación (2001-2006), **1º parte El Punto de Partida, El de Llegada y El camino**, pp. 27-79.
- Pozo, L., y C. Monereo. (1999). **El Aprendizaje Estratégico**. Madrid. Aula XXI Santillana. Introducción.

- Pozo, I. y, A. Gómez Crespo. (2004). **Aprender y enseñar ciencias**. Ediciones MORATA, S. L. 4ta. Ed. Pág. 34.
- Prevosti, A. y Ll. Serra. (2000). **La Evolución biológica, su ritmo y predicción**. Investigación y Ciencia. 21. Pág. 25.
- **Programas de Estudios Actualizados y revisados**. Junio de 2003. UNAM, Colegio de Ciencias y Humanidades, Área de Ciencia Experimentales.
- **Programas de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria**. 1996. UNAM.
- Purves, W., Sadoba, D., Orian, G., y C. Heller. (2002). Vida, La ciencia de la Biología. 6ª ed. Ed. Medica Panamericana. Pp. 1133.
- Quesada, R. (2006). **Como Planear la Enseñanza Estratégica**. Limusa. p. 231.
- Rakitov, A. (1989) **Fundamentos da Filosofia**, Moscovo Progress Publishers. Translated by H. Campbell Creighton. Pág 57.
- Rugarcía, A., y A. Delgado. (1985). **Sugerencias para mejorar la clase tipo conferencia**. DIDAC, Boletín del Centro de Didáctica de la Universidad Iberoamericana, México, D. F. Pág. 78.
- Rugarcía, A. (1999). **Los valores y las valoraciones en la educación**. Editorial TRILLAS. México. pp139.
- San martin, N. (2002). **¿Puede la temida evaluación convertirse en una estrategia para enseñar y aprender ciencias?** En: La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica. Ed. Paidos. España. Pág. 295– 296.
- Santiago, E. (2002). **Evolución y adaptación de los virus de ARN**. En Virus y Bacterias. Investigación y ciencia. Diciembre: 315. Pág. 53.
- Santrock, J. (2002). **Planeación, Instrucción y Tecnología**. En psicología de la Educación. Méx. MacGrawHill. Pág. 475 – 477.

- Schopf, W. (2000). **La cuna de la vida**. Ed. Crítica. Barcelona, Esp. Pp. 363.
- Secretaría de Educación Pública, Coordinación General de Educación Intercultural y Bilingüe. **Bachillerato Intercultural Propuesta para contextos Indígenas y Bilingües**. Agosto de 2005.
- Segura., C. (2007). **La perspectiva ética de la evaluación de los aprendizajes desde un enfoque constructivista**. Actualidades Investigativas en Educación, Vol. 7, Nº 1: 1 – 22.
- Thomson, K. (1982). **The Meanings of Evolution**. American Scientist 70: 529.
- Tirado, F., y A. López. (2002) **Evaluación de la enseñanza de la Biología en México**. Anuies. No. 89. Pág. 18.
- Tudge, C. (2001). **The Impact of the Gene**. Hill and Wang. Pág. 167.
- Vázquez. A., Acevedo, D., Manassero M., y P. Romero. **Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia**. <http://www.campus-oci.org/salacisi/acevedo20.htm>. 28/08/2005 12:12pm...
- Vigotsky, L. (1979). **El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores**. Editorial Grijalbo. España. Pág. 90 – 134.
- Woese, C. and G. Fox. (1977). **Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms**. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74: 5088-5090.
- Zuckerkandl, E., and L. Pauling. (1965). **Molecules as documents of evolutionary**. History. Journal of Theoretical Biology 8: 357-366