



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS**

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA TEORÍA SINTÉTICA
EN LA ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y
HUMANIDADES**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR**

**PRESENTA
MAYRA ERIKA MANCERA FLORES**

**TUTOR
DR. RICARDO NOGUERA SOLANO
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.**

MÉXICO, D.F. DICIEMBRE, 2012



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.

¿Lo que se enseña en la actualidad y la forma en que se está enseñando en las aulas, realmente prepara a los estudiantes para desenvolverse en la vida?

(Estado de la Educación, 2011, p 134)

*Con todo mi cariño y amor dedico esta tesis
a mi esposo David y a mis lindos
hijos Ana Paula y David Jr.
Los amo.*

*A mi Mamá y a mis hermanos Mary,
Sergio y Rodolfo por acompañarme
siempre y haberme apoyado
en este camino.*

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a mi tutor *Dr. Ricardo Noguera* por su apoyo, paciencia y tiempo para elaborar esta tesis, además de su sabiduría y confianza que me ha brindado.

Agradezco a la *Mtra. Eréndira Alvarez* cotutora de esta tesis por su tiempo y dedicación y por sus valiosas aportaciones que enriquecieron mi investigación.

Al *Mtro. Francisco Barba* por su acompañamiento en el transcurso de este posgrado y por compartir su amistad, ideas y experiencia docente.

A el *Dr. Miguel Ángel Martínez* y la *Mtra. Irma Dueñas* de la FES Iztacala por su apoyo y comentarios que complementaron esta tesis.

Y por último a la *Mtra. Norma Cabrera* por su amistad otro gran resultado de la experiencia de este posgrado.

Gracias a todos mis profesores

y a la

U.N.A.M.

Índice

INTRODUCCIÓN	I
OBJETIVO GENERAL.....	IV
OBJETIVOS PARTICULARES	IV
1 LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN EN LA EDUCACIÓN	1
1.1 EL TEMA DE EVOLUCIÓN Y EL PROGRAMA DEL CCH	1
1.2 IMPORTANCIA DE ENSEÑAR EVOLUCIÓN	4
1.3 PROBLEMAS DETECTADOS EN LA ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN	6
2 CONSTRUCTIVISMO	13
3 PROPUESTA DIDÁCTICA	20
3.1 CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS	20
3.2 TEORÍA ELABORATIVA	21
3.3 ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA	23
3.4 ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	28
4 TRABAJO DE CAMPO	72
4.1 METODOLOGÍA	72
4.2 ANÁLISIS DE DATOS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	73
5 CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	93

Índice de Actividades

ACTIVIDAD 1. EVALUACIÓN PRETEST.....	29
ACTIVIDAD 2. SERES VIVOS Y POBLACIÓN. VISITA AL ZOOLOGICO.....	30
ACTIVIDAD 3. POBLACIÓN. LECTURA DE LAS JIRAFAS.....	32
ACTIVIDAD 4 VARIACIÓN INTRAPOBLACIONAL. ORIGAMI DE JIRAFAS.....	35
ACTIVIDAD 5. ¿QUÉ ES POBLACIÓN? GENERAR DEFINICIÓN DE POBLACIÓN.....	38
ACTIVIDAD 6. CONCEPTOS DE POBLACIÓN. RED SEMÁNTICA.....	40
ACTIVIDAD 7. VARIACIÓN INTRAPOBLACIONAL. LECTURA Y OBSERVACIÓN.....	42
ACTIVIDAD 8. FUENTES DE VARIACIÓN. OBSERVACIÓN Y ARGUMENTACIÓN.....	45
ACTIVIDAD 9. MUTACIÓN. CUADRO SINÓPTICO.....	48
ACTIVIDAD 10. TEORÍA SINTÉTICA. EXPOSICIÓN DEL PROFESOR.....	54
ACTIVIDAD 11. EVOLUCIONISMO. MAPA CONCEPTUAL.....	60
ACTIVIDAD 12. EJEMPLO EVOLUTIVO. EJERCICIO.....	65
ACTIVIDAD 13. EVALUACIÓN POSTEST.....	70
ACTIVIDAD 14. EVALUACIÓN. REAFIRMAR CONOCIMIENTOS.....	71

Anexos

ANEXO 1 CUESTIONARIO A1 PRE-TEST Y POSTEST	94
ANEXO 2. CUESTIONARIO A14	103
ANEXO 3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL GRUPO CONTROL VS EXPERIMENTAL.	107

Introducción

La evolución biológica es un hecho y la teoría darwiniana es un modelo que permite explicar la biodiversidad y las adaptaciones de los seres vivos. Actualmente la enseñanza de este tema para los niveles básicos de la educación presenta diversos problemas para ser aprendido. Estudios realizados explican algunos de los problemas que se han tenido para enseñar evolución. Entre ellos se destacan: dificultad para representar conceptos y procesos abstractos; pensamientos e interpretaciones teleológicas o antropocéntricas; errores conceptuales propios de los docentes y la influencia de las diversas concepciones de los alumnos (ideas previas) que están basadas en creencias individuales y religiosas. Todo ello ha formado barreras que han obstaculizado el proceso de enseñanza-aprendizaje de una de las teorías centrales para la Biología.

También se sabe que el tema por sí mismo encierra una gran complejidad, en cuanto a su dificultad de comprobar, demostrar y experimentar hechos en un espacio educativo; asimismo se ha encontrado que existe un fuerte arcaísmo en el proceso de enseñanza ya que el tema de evolución se sigue representando y explicando con la ayuda de categorías e instrumentos heredados del siglo XIX, sin ir más allá.

Frente a estas dificultades, se construyó una propuesta didáctica con fundamentos psicopedagógicos constructivistas y con diferentes estrategias de enseñanza para el tópico de evolución dentro del programa de Biología II del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

De acuerdo con los objetivos que plantea el Programa de Biología II del CCH y los propósitos de la teoría constructivista se puede observar que existe una correspondencia hacia lo que se espera del alumno.

El Programa de Biología II establece que los estudiantes aprendan a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos

biológicos fundamentales, así como examinar explicaciones y teorías que fortalezcan la interpretación científica del origen y evolución de los sistemas vivos (Programa de estudios de Biología I-IV, p. 3).

Por otra parte el constructivismo ofrece, como menciona Santrock (2006), que el propio alumno construya los conocimientos de manera activa, motivándolo a explorar su mundo, a descubrir los conocimientos, a reflexionar y a pensar de manera crítica; dejando a un lado la idea de que el maestro es la única fuente para obtener información.

Como podemos observar los fundamentos constructivistas ofrecen las estrategias de enseñanza adecuadas para los propósitos que plantea el CCH, dando como resultado que el alumno logre un aprendizaje significativo.

En particular, el enfoque principal de la propuesta didáctica de esta investigación, fue enseñar la Teoría Sintética a partir de la integración constructivista de algunos conceptos clave del tema de evolución, los cuales fueron: variación, principales fuentes de variación (mutación y recombinación genética), población, adaptación y selección natural.

En el capítulo 1 de esta tesis se explica ampliamente la importancia que tiene el tema de evolución con respecto al *programa de Biología II del CCH*, donde se destacan las siguientes consideraciones: que la evolución es un tema unificador de la biología, que explica la diversidad biológica, y que permite comprender el mundo, y que es importante enseñar evolución a nivel medio superior, ya que es el último nivel donde el estudiante obtendrá una cultura básica. Por otro lado, se analizan los principales problemas de enseñanza aprendizaje que alberga este tema para diferentes niveles educativos.

En el capítulo 2 se incluye una breve historia de cómo se consolidó la teoría del constructivismo, los principales autores y las teorías que le dan sustento, así como los fundamentos generales que deben prevalecer para que un sujeto cognoscente realice un acto de conocimiento o de aprendizaje, que le permita construir una serie de representaciones o interpretaciones sobre un tema.

Considerando los objetivos del Programa de Biología II explicados en el capítulo 1 y utilizando los fundamentos constructivistas descritos en el capítulo 2 como soporte psicopedagógico, se elaboró una propuesta didáctica la cual contempla que el estudiante, a partir del entendimiento de los conceptos clave de evolución, pueda tener un mejor aprendizaje de la Teoría Sintética.

En el capítulo 3, se describe el proceso de construcción de esta propuesta didáctica así como las actividades que la conforman.

En el capítulo 4 contiene la metodología para la aplicación de la propuesta didáctica en el trabajo de campo y el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

El trabajo de campo consistió en la aplicación de la propuesta en un grupo del CCH Vallejo y sus resultados fueron comparados con otro grupo al que no se le expuso a las mismas condiciones de actividades y trabajos.

Los resultados obtenidos de esta prueba que se especifican en el capítulo 5 fueron relevantes; se encontró que el grupo al cual se aplicó la propuesta tuvo un aumento favorablemente en los datos obtenidos, demostrando que las estrategias de enseñanza y las actividades empleadas influyeron en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

En el capítulo 6 se incluyen las conclusiones de esta investigación con reflexiones tanto del punto de vista pedagógico como del punto de vista de la enseñanza de evolución a nivel medio superior.

Finalmente, esta tesis lleva parte de mi pasión por enseñar y compartir mi conocimiento en el área de biología y fue elaborada con la máxima intención de contribuir con una propuesta didáctica que permita a otros profesores y a otros estudiantes comprender el tema de evolución.

Objetivo general.

El presente trabajo tiene por objetivo determinar si una propuesta didáctica basada en estrategias constructivistas, permite tener al alumno de nivel bachillerato una mayor y mejor comprensión sobre el tema de evolución; evaluando en la práctica, su efectividad en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Teoría Sintética.

Objetivos particulares

- Demostrar que mejorando el aprendizaje de algunos conceptos básicos del tema de evolución, se facilita significativamente, la comprensión de los postulados de la teoría sintética.
- Identificar teorías pedagógicas y definir estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje de algunos conceptos básicos del tema de evolución.
- Evaluar en la práctica, el proceso de aprendizaje de los conceptos de evolución, utilizando las estrategias constructivistas y comparando los resultados con un modelo de enseñanza tradicional.

1 La Enseñanza de la Teoría de la Evolución en la Educación

1.1 El tema de evolución y el programa del CCH

La teoría de la evolución es pieza fundamental dentro del campo de la biología, y se considera como un conocimiento unificador que ayuda a explicar todos los procesos biológicos (Reiss, 1985), tiene una gran importancia científica y social (Guillén, 1994).

El Modelo Educativo del CCH preocupado por la formación social e intelectual de los estudiantes de nivel medio superior propone propiciar una cultura básica de la ciencia, para fomentando actitudes y habilidades necesarias que le ayuden a asumir y resolver problemas que enfrente de acuerdo a su época. Esto quiere decir que los estudiantes de nivel medio superior adquieran conocimientos fundamentales para desenvolverse en su vida cotidiana y en su caso para continuar con una carrera profesional.

El CCH se ha preocupado por la autonomía de los estudiantes, pone especial atención a la formación de ciudadanos responsables, críticos, líderes que sean capaces de tomar decisiones y que tengan una visión completa del mundo que lo rodea. La óptica es introducir a los alumnos, tanto en la parte científica como en la parte humanística, mostrándole y acercándolo a los avances tecnológicos con una visión actual de la sociedad; por eso la principal intención es enseñar a todo aquel estudiante que cursa el nivel medio superior la vinculación que existe en el mundo con la adquisición de conocimientos en la escuela.

Debido a las aceleradas innovaciones científicas actuales y la explosión tecnológica se ha demostrado que es necesario conseguir una cultura científica para todos los integrantes de la sociedad, que contemple una mayor interacción entre la ciencia y la sociedad (Sánchez, 2001, p. 32). Buscar que la mayoría de los jóvenes que cursan el nivel medio superior haga de la ciencia parte de su cultura y que tome conciencia de las complejas relaciones entre la ciencia y la sociedad, para que finalmente participe en la toma de decisiones ante las diversas

problemáticas en las que la ciencia esté involucrada; este objetivo trascendental se propone en el programa de estudios de Biología II del CCH.

El aspecto disciplinario que se plantea en la materia de Biología del CCH parte de un enfoque integral para aprender los objetos de estudio dentro de sus contextos; para lograr lo anterior esta propuesta parte de cuatro ejes que se estudian a través de distintas unidades y temáticas del programa. Los ejes son: a) facilitar un pensamiento evolucionista, b) enlazar con un análisis histórico, c) inquirir en las relaciones sociedad-ciencia-tecnología y d) subrayar las propiedades de los sistemas vivos (CCH, 1996, p.3).

El pensamiento evolucionista como se puede apreciar es el primer eje complementario y sobre este eje el programa establece: “el pensamiento evolucionista le da independencia al discurso biológico frente a otros, y de esto depende la autonomía de la biología como ciencia. La biología es una ciencia diferente a otras ciencias naturales como la física y la química; difieren en su objeto de estudio, en su historia, en sus métodos y en su filosofía.

Si bien todos los procesos biológicos son compatibles con las leyes de la física y la química, los sistemas vivos no se pueden reducir a las leyes fisicoquímicas, debido a que éstas no pueden explicar muchos aspectos de la naturaleza que son exclusivos del mundo vivo. De ahí que, este eje es lo que lleva al estudio coherente de la vida, en una formulación integradora que intenta unificar el saber biológico en la explicación del fenómeno vivo, es decir, explicar características, procesos y mecanismos de los sistemas vivos a partir de los conocimientos de disciplinas biológicas, como la genética y la ecología, el pensamiento evolucionista,” (CCH, 1996, p. 3).

Por otro lado, el programa de biología pretende responder a tres interrogantes las cuales se agrupan de acuerdo a la lógica de la disciplina, a las características, procesos y teorías que distinguen y explican a los sistemas vivos. La primera es el ¿Qué? esta interrogante tiene que ver con las características

descriptivas de los sistemas vivos, el ¿Cómo? que agrupa el aspecto fisiológico o causas próximas que explican su funcionamiento, y por último el ¿Por qué? que hace referencia a los aspectos evolutivos que tienen que ver con los sistemas vivos, las causas remotas o últimas (en el sentido histórico).

De ahí que este eje es lo que lleva al estudio coherente de la vida, en una formulación integradora que intenta unificar el saber biológico con la explicación de la diversidad biológica, es decir, a partir de los conocimientos de disciplinas, como la genética, la ecología, la evolución y la biogeografía, el pensamiento evolucionista explica el origen, la complejidad, y los procesos que caracterizan a esta biodiversidad (CCH, 1996, p. 3).

Por lo tanto, el enfoque evolutivo es el organizador central de la biología que permite comprender el mundo. Considerar enseñar biología sin el tema de evolución es privar a los estudiantes de un concepto poderoso que tiene gran orden y coherencia para la comprensión de la vida.

Una propuesta de acuerdo a los aprendizajes y estrategias que el propio programa de estudios de Biología II plantea para los temas de evolución, es incluir en la planeación de clase una parte histórica, parafraseando a Hernández (2002), la introducción histórica en los programas escolares tiende a incrementar el potencial de aprendizaje; y además funciona como una herramienta básica para definir contenidos fundamentales de enseñanza. Por otro lado, la historia además de ser utilizada como tema de enseñanza, puede emplearse como criterio para organizar los aspectos que deben abordarse en una unidad didáctica, en forma de biografías o mediante la utilización de textos científicos que den cuenta de una investigación o descubrimiento importante, pero sobre todo debe de verse como una herramienta que ayude a comprender la naturaleza del conocimiento científico.

Partiendo de que la teoría de la evolución es en sí una teoría histórica que tiene una capacidad predictiva débil pero una gran ambición explicativa (Campos,

1999), el programa de Biología II incluye dentro de sus objetivos de aprendizaje: reconocer el contexto social y la etapa histórica en que se formularon las primeras teorías evolutivas, así como valorar las aportaciones de Darwin al pensamiento evolutivo y el reconocer otras aportaciones recientes en el estudio de la evolución como la Teoría Sintética entre otras.

Actualmente se ha consensuado que la teoría de la evolución es un hecho y no solo una teoría, y para fortalecer esta propuesta es que el programa de biología tiene como objetivo de aprendizaje que los alumnos describan las evidencias que fundamentan al proceso de evolución e identifiquen que la diversidad de las especies es resultado de mecanismos evolutivos. De esta manera los educandos podrán responder la pregunta del título de la unidad I del programa de biología II, la cual trata de describir ¿cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas vivos?

La reflexión del análisis propuesto al inicio de este capítulo, me lleva a reconocer la importancia de elaborar propuestas didácticas que le permitan a los estudiantes enfocar su aprendizaje como lo sugiere el propósito general y los enfoques disciplinarios y didácticos a generar y profundizar habilidades, actitudes y valores; relacionar la ciencia, sociedad y tecnología; incorporar al individuo , hacer y pensar en los problemas cotidianos; saber comunicar y comprobar el conocimiento; hacer juicios y buscar puntos de vista; examinar casos de interés para que el alumno lo revele a su realidad y promover que el aprendizaje debe ir más allá de reconocer, explicar o distinguir conceptos.

1.2 Importancia de enseñar evolución

Como lo señala Bolívar (2003) el nivel medio superior es donde los educandos tendrán la última oportunidad de tener contacto con la mayor parte de lo que constituye la formación universal, a través de las ciencias, las humanidades, la tecnología y las artes, toda vez que al incorporarse al ciclo profesional se concentrarán en el estudio de una porción específica del conocimiento. En lo particular, señalo que el bachillerato es nivel educativo

sustantivo para los jóvenes que lo cursan y un nivel definitorio para la vida de cada estudiante.

Enseñar biología en los niveles obligatorios constituye hoy día un reto para el profesorado; y si consideramos que el bachillerato es el último nivel donde se puede contribuir a la alfabetización científica de los estudiantes, los profesores tenemos un reto aún mayor, ya que es el último nivel en donde se podrá contribuir a la cultura básica de los alumnos.

Enseñar evolución en general nos permite descartar las ideas de un mundo estático y de un pensamiento fijista, la concepción evolutiva debe aportar una manera diferente de comprender la Biosfera, pero sobre todo explicarla como un elemento cambiante y dinámico. Como menciona Tomás Sanz (2007), en definitiva, se puede decir que el tema de evolución es uno de los más importantes, y a la vez más conflictivo en el campo de la enseñanza de la Biología, donde el docente debe comprimir un impresionante abanico de pruebas científicas de muy diferentes ámbitos, que demuestran que la Evolución es un hecho y no una simple teoría.

Actualmente el profesor no es la única fuente de conocimiento, los medios de comunicación, la enorme cantidad de publicaciones existentes, y sobre todo el Internet, bombardean con gran cantidad de información; y no hay que descartar que dentro de todas estas fuentes existen ideas y ejemplos mal interpretados y confusos que los alumnos aprenden y que mantienen erróneamente como explicación a ciertos procesos biológicos, entre ellos a la evolución.

La teoría de la evolución modificó de forma radical posiciones ontológicas de mayor alcance que el dominio de la biología, cambiando la forma de concebir el mundo y, sobre todo, el lugar ocupado en él por los seres humanos; ya que el ser humano dejó de ser un ente aparte, el último grado en la escala de la perfección, pasando a integrarse en el conjunto de las innumerables especies, animales, vegetales, hongos y microorganismos, que pueblan la tierra.

La teoría de la evolución de Charles Darwin y Alfred Wallace supuso no sólo una revolución científica, en el sentido de Thomas Kuhn, sino también una verdadera revolución intelectual de gran influencia en diversas ramas del pensamiento, de mucho mayor calado que otras teorías de comparable relevancia científica (Jiménez, s/a, página de internet: <http://www.campusoei.org/década/promoción17/pdf>)

Reconocer que la evolución es un hecho y no solo una teoría es objetivo clave de la enseñanza para este nivel educativo, ya que como menciona Sanz (2007) después de hacer un recorrido histórico por las distintas etapas del pensamiento científico el alumno debe ser capaz de identificar que diferentes trabajos y evidencias como: las paleontológicas, la anatomía comparada, las biogeográficas, las embriológicas, bioquímicas, etc., confluyen en un mismo punto que refuerza de modo irrefutable la explicación evolutiva.

En suma, el evolucionismo debe ser visto como un programa de investigación amplio e integrador de lo vivo; que ofrece explicaciones en varios dominios de conocimiento. Dentro del programa de Biología II del CCH se encuentra la teoría sintética, esta teoría está en permanente revisión ya que existen otras explicaciones que ponen en duda algunos planteamientos que la sustentan, como el neutralismo, puntualismo, gradualismo, la evolución molecular, en resumen cabe señalar que el centro firme del programa se mantiene aunque las teorías auxiliares que lo soportan están en constante revisión y modificación (Hernández, 2002).

1.3 Problemas detectados en la enseñanza de la evolución

Durante la historia de la biología se menciona que el primer científico en proponer que los organismos experimentaban cambios con el tiempo como resultado de algunos fenómenos naturales más que por intervenciones divinas, es el naturalista francés Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) en su *Philosophie Zoologique*, publicada en 1809, entre sus ideas principales para explicar los

cambios fue principalmente la herencia de caracteres adquiridos, y la tendencia a la complejidad e influencia del ambiente a través de uso y desuso de los órganos.

Estos supuestos del siglo XVIII que Lamarck describió para dar una explicación de cómo se transforman las especies a través del tiempo, siguen siendo en pleno siglo XXI las explicaciones que proporcionan la mayoría de los estudiantes para el tema de evolución. En estudios actuales se han detectado problemas conceptuales para la enseñanza del tema de evolución, problemas que en su mayoría provienen de las concepciones alternativas¹ que los alumnos ya poseen.

Por ejemplo, Jiménez (1991) menciona que la mayoría de los educandos de nivel secundaria basaban su explicación de cambio biológico a expresiones como “los organismos se van acostumbrando a los diferentes cambios”; por lo tanto, adquieren un pensamiento erróneo de estar adaptado a adaptarse. Definiendo a este proceso como en el que un individuo adquiere modificaciones ventajosas y transmisibles a la descendencia; pensamiento evolutivo lamarckiano.

Pero este problema no es actual ya que desde el trabajo de Lucas (1971), donde se constató por primera vez la similitud entre las explicaciones de los alumnos respecto a la evolución de los seres vivos con las de Lamarck, las investigaciones sobre las preconcepciones referidas a este tema han ido aumentando. Se ha mostrado la coincidencia de estas ideas en estudiantes de muchos países lejanos entre sí, tanto geográfica como culturalmente. Así Jungwirt (1975) encuentra ideas Lamarckianas en escolares de Israel; Brumbi (1980), en escolares ingleses; Hallden (1988), en adolescentes suecos; Kinnear (1983) y Martín (1983), en estudiantes de Australia (Información recabada de: Gené, 1991).

¹ Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada (Bello, 2004).

Parafraseando a Gil (1983) el hecho de que nuestros alumnos tengan una visión de la teoría evolutiva Lamarckiana no puede ser fruto del azar, si no responde a unas mismas causas. Y la pregunta sería ¿cuál es la causa?, Géné (1991) menciona “Pensamos con Gil (1983) que la coincidencia de las ideas es debida a la coincidencia en la metodología utilizada para aproximarse a la realidad”.

De hecho un estudio realizado en Buenos Aires, Argentina reveló que un 78 por ciento de 108 profesores examinados por una prueba en forma de cuestionario, enseñan el tema de evolución con ideas erróneas y explicaciones equivocadas, prevaleciendo el sentido común del profesor y la falta de argumentación científica; este trabajo se realizó en el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC) de la Universidad de Buenos Aires.

Argumenta Draghi (2003), que el desconocimiento del tema es debido a que los maestros que imparten ciencias naturales son de diversas profesiones, entre ellas: médicos, ingenieros, técnicos en análisis químicos, entre otras. Sin embargo, destaca que la mayoría de los profesores encuestados a la hora de argumentar sus respuestas, brindaban explicaciones aceptadas en el siglo XVIII y enseñan ideas que son aceptadas socialmente, dejando a un lado el análisis y el conocimiento científico de dicha teoría.

Otro problema mencionado por Jiménez (1991) es la ausencia de conceptos relevantes para conectar los nuevos conocimientos, por ejemplo, en el caso del tema de evolución es importante identificar conceptos y procesos genéticos. Por lo tanto, la ausencia de nociones genéticas incrementa el reforzamiento de ideas como: la herencia de caracteres adquiridos y el uso y desuso de órganos.

Distintos autores han destacado dificultades lingüísticas derivadas de la precisión del significado de los términos utilizados en Genética (Longden 1982, Engel y Wood 1985) y de la influencia negativa de los medios de comunicación y

otros medios de información como libros de texto e incluso lecturas científicas (Jungwirth 1975, Deadman y Kelly 1978, Engel y Wood 1985, Albaladejo y Lucas 1988, Bishop y Anderson 1990). En general se destaca la ausencia de pensamiento probabilístico y del concepto de azar, de importancia central en la interpretación de procesos adaptativos y de la herencia (Deadman y Kelly, 1978, Kargbo *et al.*, 1980, Hackling y Treagust , 1984).

Es difícil para los alumnos la idea del tiempo en la escala evolutiva; les cuesta comprender que los cambios evolutivos son lentos y transcurren a lo largo de generaciones; al contrario creen que los cambios se suceden en una sola generación (Brumby, 1979).

Entre las recomendaciones que los autores de las investigaciones hacen a los profesores se puede encontrar algunos puntos en común. Parece coherente desarrollar materiales para su aprendizaje y así ofrecer oportunidades de estudiar cuestiones por las que muestren interés de una forma más sistemática que los contactos informales con los medios de comunicación u observaciones ocasionales (Kargbo *et al.*, 1980).

En cualquier caso hay que partir de lo que ya saben los alumnos (Brumby, 1984), deben explicar su modelo intuitivo de pensamiento, para que expresen sus ideas del tema hay que proporcionar suficientes oportunidades estructuradas, fomentar la discusión en grupos pequeños, centrarse en problemas que sean familiares a la mayoría de los alumnos e intentar buscar caminos que incorporen las ideas derivadas de la experiencia diaria a las lecciones de Biología (Engel y Wood, 1985).

Las estrategias didácticas deben tener como componentes esenciales la discusión de problemas y proporcionar situaciones de aplicación en casos relacionados con los alumnos (Brumby, 1984).

Es sabido que para derrumbar una teoría científica –lamarckista en el caso de los alumnos- no es suficiente demostrar que ésta no sirve para dar respuesta a

determinados problemas, es preciso ver que existen otras teorías que sí explican estos problemas (Gené, 1991).

Una explicación absolutamente necesaria para que los alumnos puedan confrontar dichas ideas es, como se menciona antes, aplicar situaciones que actúen como verdaderos conflictos cognoscitivos, provocando la modificación de la estructura cognoscitiva, análogamente a como ha ocurrido en la historia de las ciencias con los cambios de paradigmas (Gil, 1983).

Otra solución a este problema es dirigir el tema de evolución por elaboración de hipótesis de trabajo cuya contrastación vaya permitiendo transformar o destruir los errores (ideas alternativas) y construir un nuevo marco conceptual, una nueva teoría (Gené, 1991).

Sin embargo el problema de la enseñanza y aprendizaje de la teoría evolutiva no solo se circunscribe a que los alumnos presentan explicaciones lamarckianas o a la ausencia de conceptos de genética, existen más problemas relacionados a este tema, por ejemplo: los alumnos no contemplan la variabilidad intraespecífica, desvinculan la relación entre variabilidad, selección natural y adaptación (Deadman y Kelly, 1978). Una interpretación mayoritaria contempla la influencia ambiental sobre las características heredables (Kargbo *et al.*, 1980)

Por otro lado, los alumnos de 17-18 años (Albaladejo y Lucas, 1998) identifican a las mutaciones como anormalidades, defectos o a otro tipo de cambio biológico, y pocas veces la relacionan con adaptación o con evolución. Engel y Wood, 1985, describen que para alumnos de 13-16 años, la adaptación se basa en que los organismos efectuarían conscientemente cambios físicos en respuesta a cambios ambientales, o bien sería una respuesta a una necesidad. Esta situación se mantiene entre los alumnos mayores, para quienes el mecanismo evolutivo se basaría en una mezcla de necesidades, uso y falta de uso y la capacidad de adaptación.

Llama la atención la utilización del concepto de adaptación con significado derivado de contextos cotidianos (un individuo se esfuerza en cambiar), y no en el sentido que en la actualidad le asignan los biólogos en el mecanismo evolutivo.

Para un aprendizaje significativo² Jiménez (1991) menciona que las personas aprenden cuando reconstruyen los conocimientos, esto es contrastando el conocimiento nuevo con los esquemas cognitivos que poseen (concepciones alternativas).

La insatisfacción de una idea alternativa no es suficiente para abandonarla, se necesita proporcionar a los alumnos de otra mejor que explique situaciones que la antigua no podrá responder. Esta nueva explicación deberá ser razonable y coherente con la concepción del mundo del sujeto. Según Jiménez (1991), para introducir nuevas ideas propone que se haga mediante lecturas de textos, con preguntas adecuada, realizar una presentación oral y elaborar actividades didácticas que apoyen el tema, manteniendo una organización y secuencia adecuada.

Por otro lado, se deben llevar a cabo actividades de aplicación de las nuevas ideas a distintos contextos y a la resolución de diferentes problemas, puesto que se pretende una reconstrucción del conocimiento por parte de las y los alumnos. Se trata de promover un aprendizaje procedimental, en el que los conocimientos puedan ser transferidos a contextos distintos (Jiménez, 1991).

Debido a la complejidad del tema algunos autores como Shayer y Andey (1984) proponen enseñar evolución después de los 16 años; fundamentando su propuesta en el grado de desarrollo cognitivo que presentan los alumnos a esa edad; por el contrario Deadman y Kelly (1978) en un estudio sobre las ideas previas, justifican la necesidad de enseñar a temprana edad el modelo darwinista por la importancia científica y social de la evolución, así como por la cantidad de

²El aprendizaje significativo: adquisición de significados nuevos; presupone una tendencia al aprendizaje significativo y una tarea potencialmente significativa (es decir, una tarea que puede estar relacionada de manera sustancial y no arbitraria con lo que el aprendiz ya conoce (Ausebel, 1983).

información incidental que los estudiantes reciben sobre el tema y que favorece las interpretaciones lamarckianas (tomado de Jiménez, 1991).

Rius y Hernández (1993) en un estudio realizado con alumnos de primero de secundaria encontraron que la mayoría de los términos fundamentales en los que se estructura la teoría sintética de la evolución, no son reconocidos por los alumnos en su connotación biológica (Tomado de: Guillén, 1994).

La evidencia de muchas investigaciones demuestra que trabajar en clase con estrategias orientadas a un cambio conceptual requieren de tiempo para la elaboración de una secuencia didáctica que permita la reconstrucción del conocimiento, es por ello que esta tesis propone desarrollar una estrategia para el tema de Teoría Sintética, al que habitualmente se le dedica 1 sesión (2 horas). Dicha estrategia está diseñada para que se lleve a cabo en 6 clases con un total de 10 horas y trata de garantizar un cambio conceptual y un aprendizaje significativo en los alumnos.

2 Constructivismo

En educación, como en todo quehacer humano, también se dan sucesos que permean toda la actividad docente. Surgen teorías o se resucitan teorías o autores que en su época causaron impacto y que han trascendido a nuestros días. Llegan modas educativas que se dan a conocer por los medios masivos de comunicación y de ellas se escriben ensayos, artículos, libros, ponencias y monografías. Todo mundo habla sobre ellas y se llega a establecer un discurso. Tal es el caso del constructivismo en México (Lugo, s/a).

El constructivismo subyace a la reforma educativa que propone el Ministerio de Educación de España en 1989, presentando una serie de principios de intervención educativa para fundar elementos que permitan al individuo a aprender. Carretero (2000) comenta que los principios que se persiguen con esta reforma educativa son: asegurar la construcción del aprendizaje significativo, posibilitar que los alumnos realicen aprendizaje significativo por sí mismos, procurar que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimiento y establecer relaciones entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimientos ya existentes.

Este conjunto de principios implica un tipo de enseñanza bastante distinta de lo que se entiende por enseñanza tradicional, su aplicación supone la puesta en marcha de un compendio de actividades y decisiones educativas que proponen no sólo adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, sino también la formación de ciudadanos con mejor capacidad crítica para la solución de problemas (Carretero, 2000).

Para alcanzar los principios que la reforma educativa de 1989 propone, Piaget, Bruner, Ausubel y Vigotsky, presentan aportes significativos y distintos a una nueva opción pedagógica llamada constructivismo. Cabe mencionar que existen diferentes enfoques para describir al constructivismo y esto lleva a la reflexión de que no existe una única concepción o mirada del constructivismo en la educación, sin embargo todos los enfoques o corrientes promueven el crecimiento

del estudiante y rechazan la actitud pasiva de éste como mero receptor ante el aprendizaje (Suárez, 2012, p. 28) .Ante este panorama y para comprender el constructivismo es necesario estudiar su contexto, su teorización y aplicación.

Para algunos exponentes del constructivismo como Díaz-Barriga y Hernández (2010, p. 22) destacan su convicción de que el conocimiento se construye activamente por sujetos cognoscentes, es decir, el conocimiento no se recibe pasivamente del medio ambiente; de tal forma que el constructivismo rechaza la tesis de las corrientes epistemológicas empiristas e innatistas.

Otro exponente como Coll, et al. (1999) afirma que la concepción constructivista parte del hecho de que la escuela hace accesible a sus alumnos aspectos fundamentales para su desarrollo personal y no solo cognitivos, donde es el alumno el que construye su aprendizaje según sus posibilidades y capacidades, partiendo de sus conocimientos previos, es decir, respetando la individualidad de cada estudiante (Tomado de Suárez, 2012, p. 28).

El constructivismo está sustentado en cuatro teorías de la psicología educativa. La teoría de la psicología genética propuesta por Jean Piaget, la teoría de la psicología culturalista elaborada por Vygostsky, la teoría del aprendizaje significativo por Ausubel y la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner.

Cada teoría tiene su particularidad para formar al constructivismo, por ejemplo la teoría de la psicología genética revela que el desarrollo cognitivo es el resultado de la interacción de factores tanto internos como externos al individuo, haciéndose la construcción del conocimiento a partir de las interacciones entre el sujeto y el objeto. Por lo tanto, el alumno construye su aprendizaje en forma activa, de acuerdo a sus interacciones significativas con el medio que lo rodea.

Piaget, menciona que la inteligencia, es la asimilación del conocimiento, en la medida en que incorpora a sus marcos todo lo proporcionado por la experiencia. La adaptación intelectual es una respuesta al equilibrio progresivo entre un mecanismo asimilador y una acomodación complementaria; la cual se va llevando

de acuerdo al desarrollo del individuo. Para explicar cada etapa del desarrollo de la inteligencia Piaget, describe cuatro etapas importantes:

1) sensorio-motriz (de nacido a 2 años) donde la conducta es motora principalmente y no se representa internamente los acontecimientos externos y hay construcción de conceptos,

2) preoperacional o simbólico (de 2 a 6 años) en el cual, inicia el pensamiento y el lenguaje para pensar mediante símbolos, la imitación de conductas, juegos, dibujos, imágenes mentales y el lenguaje hablado son muy importantes;

3) operaciones concretas (de 6 a 12 años) etapa que se caracteriza por el razonamiento lógico, aplicación y resolución a problemas concretos, sociabilidad, seriación, ordenamiento mental y clasificación de conceptos de casualidad, espacio, tiempo y velocidad; entre otros; y

4) operaciones formales (a partir de los 12 años en adelante) en esta etapa ya el estudiante puede formalizar el conocimiento abstracción empleando el razonamiento lógico inductivo y deductivo, y continua la formación de la personalidad y la moral (Lugo, s/a).

De acuerdo a lo anterior, Piaget consideró que la teoría del aprendizaje deriva de la psicología del desarrollo infantil, y que el aprendizaje es una construcción, y se produce a partir de los desequilibrios o conflictos cognoscitivos que modifican los esquemas de conocimiento de los sujetos. Concediendo prioridad al aprendizaje y secundariamente a la enseñanza, por que afirma, que los niños también aprenden algo sin que se les enseñe intencionalmente. Por lo tanto, el papel que debe tomar el maestro debe ser como artífice de situaciones significativas, un organizador de aprendizaje y un facilitador del mismo, promoviendo la criticidad, creatividad y cooperación (Calero, 2008).

Finalmente, la teoría Piagetana desarrolló un modelo explicativo y metodológico para explicar la génesis y evolución de las formas de organización del conocimiento, situándose ante todo en el interior del sujeto epistémico (Díaz-

Barriga y Hernández, 2010, p. 24). Para esta investigación la psicología genética contribuyó a entender que el aprendizaje se concibe como reconstrucción de los esquemas de conocimiento del sujeto a partir de las experiencias que éste tiene con los objetos (interactividad) y con las personas (intersubjetividad) en situaciones de interacción que sean de desarrollo y con los contextos sociales que le dan sentido

La siguiente teoría que ha contribuido a la formación del constructivismo es la que desarrolló Vigotsky proponiendo que los conocimientos se construyen primero en un proceso de interacción social (adulto-niño, niño-niño), luego ese proceso se interioriza gracias a la mediación semiótica del lenguaje, lo cual permite a los interlocutores maximizar la información obtenida.

Por consiguiente, la comparación y apropiación de nuevos sistemas de conocimiento se alcanza en el diálogo con los demás porque las estructuras cognitivas tienen su origen en la interacción social y el aprendizaje se da en un proceso de construcción interactiva de significados que asegura la apropiación de conocimientos que se encuentran en el contexto social.

De este modo, la psicología culturista de Vigotsky plantea un modelo psicológico del desarrollo humano donde la cultura juega el papel principal, coincidiendo con Piaget al asumir el concepto de construcción y confirmando que el aprendizaje se produce gracias a los procesos sociales y el rol del profesor es el de apoyar, orientar, asesorar e integrar un ambiente social en los aprendizajes, buscar finalmente que el alumno aprenda haciendo por sí mismo y pueda discutir, dialogar, analizar, rechazar, crear, evaluar, reclamar en igualdad de condiciones con sus profesores, colegas o padres (Calero, 2008).

Por otra parte, David Ausbel refiere *“El factor que más influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñesele a partir de él”*. Esta es otra de las teorías que construyen al constructivismo. Para que se produzca aprendizajes significativos son necesarias dos condiciones: que el contenido sea potencialmente significativo (desde el punto de vista lógico, como

psicológico), y que el alumno esté motivado. Atender los aspectos motivacionales favorece la relación de lo aprendido con lo que ya se sabe o puede saberse, porque para el niño cuando es funcional el conocimiento se convierte en significativo en el plano afectivo y cognitivo. Está demostrado que la funcionalidad mejora la memoria comprensiva y la resolución de problemas. Cada estudiante necesita construir el significado de su aprendizaje en forma activa, venciendo conflictos cognitivos (Calero, 2008).

La aportación fundamental de Ausubel consistió en la concepción de que el aprendizaje deber ser una actividad significativa para la persona que aprende y dicha significatividad está directamente relacionada con la existencia de relaciones entre el conocimiento nuevo y el que ya posee el alumno. El conocimiento será posible si el estudiante utiliza los que sabe aunque esto no sea totalmente correcto. Por lo tanto, para Ausubel, aprender es sinónimo de comprender. Por ello, lo que se comprenda será lo que se aprenderá y recordará mejor porque quedará integrado en la estructura de conocimientos del alumno (Carretero, 2000).

La ultima teoría que consolida al constructivismo es la enseñanza por descubrimiento propuesta por el psicólogo Bruner quien resalta la importancia de hacer que los aprendices se percaten de la estructura del contenido que se va a aprender y de las relaciones entre sus elementos, para que lo distinguan como un cuerpo de conocimientos organizados. En su propuesta del aprendizaje por descubrimiento, Bruner coincide con Piaget en el proceso de la de exploración activa y la solución de problemas como una forma de aprender natural. Sin embargo, mientras Piaget enfatiza el aprendizaje de los niños por medio de la exploración del ambiente físico, Bruner subraya su aprendizaje en la escuela.

De acuerdo al diccionario descubrimiento es el hallazgo de encontrar lo oculto o ignorado, sin embargo para Bruner el descubrimiento consiste en transformar o reorganizar la experiencia de manera que se pueda ver mas allá y la heurística es como el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención o de resolver problemas mediante la creatividad (Bruner, 2006).

Desde el pensamiento de Bruner los educandos están dotados de capacidades intelectuales igual o similar a los de un científico, esto significa que el alumno es capaz de desarrollar estrategias propias al Método Científico, esto quiere decir que el alumno se enfrenta al conocimiento, modifica sus esquemas y registra la información semánticamente. Para ello se requiere trabajar en la resolución de problemas a partir de un centro lógico como la hipótesis, que pueda fortalecer el desarrollo mental y de esta manera pueda el educando construir a partir de sus adquisiciones anteriores, de tal forma que durante el proceso el alumno podrá ser capaz de autorregularse.

Por lo anterior se puede mencionar que la mejor manera de que los alumnos aprendan ciencia es *haciendo ciencia* por lo tanto su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos, en cuanto el alumno percibe que las teorías que descubrió al realizar el estudio son mejores que los conceptos anteriores y comprueba o intuye que estas nuevas concepciones son más útiles para intervenir sobre la realidad se producirá un aprendizaje significativo.

Para que esta teoría se pueda llevar a cabo el profesor debe contar con habilidades para insistir e interrogar a los alumnos hasta llegar a los límites del tema, el profesor deberá fungir como un guía, no dar las soluciones, debe estar bien informado y actualizado.

Finalmente todas estas teorías aportan información relevante para que la enseñanza tenga mejores resultados y sea significativa, favorezcan la adquisición de estructuras lógicas complejas que faciliten al alumno una mejora en su forma de razonamiento, den orientación y dirección durante el proceso de enseñanza aprendizaje, otorguen beneficios para construir un clima escolar de confianza, seguridad y apoyo, mejoren el comportamiento autónomo del alumno proporcione información para una transformación del conocimiento y los alumnos tomen decisiones, potencien la comunicación intersubjetiva y la motivación extrínseca.

En resumen el constructivismo, como propuesta busca cambiar el rumbo actual de la enseñanza-aprendizaje, y como Carretero y Limón (1997) señalan el término constructivismo se ha convertido en uno de los más utilizados en ámbito del aprendizaje escolar, siendo su enfoque un punto sólido de partida para investigar los procesos cognitivos y los relativos al aprendizaje humano (Hernández, 2002).

3 Propuesta Didáctica

Como podemos ver en los capítulos anteriores, existe una gran oportunidad de crear propuestas didácticas con bases constructivistas para la efectiva enseñanza a nivel medio superior de la Teoría Sintética. Es por ello que para este trabajo se consideraron bases psicopedagógicas constructivistas, como es la teoría elaborativa de Reigeluth (2000).

3.1 Construcción de conceptos

La secuencia de actividades de esta propuesta implicó la selección y organización de algunos conceptos evolutivos clave, que posteriormente sirvieron para reconstruir y comprender los postulados de la Teoría Sintética.

Los conceptos evolutivos clave utilizados para esta investigación fueron: Población, Variación, Mutación, Recombinación Genética, Reproducción, Adaptación y Selección Natural.

De los conceptos mencionados, se utilizó el concepto de variación como eje para comprender el proceso evolutivo, considerando en lo general los aportes realizados por Lamarck, Darwin y posteriores a ellos. Para Lamarck las variaciones dentro de los individuos de una población eran siempre adaptaciones que respondían a una necesidad del organismo para mejorar su relación con el ambiente; sin embargo Darwin comprende el vínculo entre las variaciones que se producen y la formación de variedades de especie, reconociendo que las variaciones son heredadas pero no comprende su origen.

Aunque Darwin partía también de una idea de surgimiento de las variaciones instantáneas su mayor aportación fue que reconoció que hay variaciones favorables dentro de las poblaciones y eso le permite a algunos individuos sobrevivir y reproducirse, y que otras variaciones son desfavorables y por lo tanto los organismo no dejan descendencia o no logran sobrevivir, surgiendo así el concepto de Selección Natural. Por tanto, una misma variación

puede resultar favorable en un ambiente, perjudicial en otro e incluso ser adaptativamente neutral.

Posterior a Darwin en 1937 en el libro *Genética y el origen de las especies*, Theodosius Dobzhansky se ofreció una explicación razonable y comprensible del proceso evolutivo en términos de variación genética, apoyando los argumentos teóricos con evidencias empíricas siendo un suceso muy importante para la formulación de la Teoría neodarwiniana, ya que planteaba la síntesis de la selección natural darwiniana con la genética mendeliana³.

Partiendo de los hechos científicos antes mencionados, se buscó llevar la misma inquietud a los alumnos de resolver la pregunta de ¿cómo se generan las variaciones entre los individuos de la misma especie?, dando pauta al andamiaje de los conceptos de mutación, recombinación genética y reproducción.

Lo anterior implica entender el nivel de organización de los seres vivos y su relación con el medio ambiente, encadenando así los conceptos de Población y Selección Natural. Para todos estos conceptos fue importante revisar el contexto histórico para entender cómo se fueron construyendo las ideas del proceso evolutivo, desde los primeros pensamientos hasta las ideas actuales.

3.2 Teoría Elaborativa

Para la enseñanza de estos conceptos, se tomaron en cuenta varios recursos y medios, o bien como define Díaz-Barriga y Hernández: estrategias de enseñanza⁴, todos ellos enmarcados dentro de una espiral como lo sugiere la teoría elaborativa de Reigeluth (2000).

³ Otros autores que también han contribuido con la teoría neodarwinista son: Ernst Mayr, Thomas Henry Huxley, George Gaylord Simpson y George Ledyard Stebbins. Alrededor de 1950, la aceptación de la teoría de Darwin fue universal entre los biólogos y la teoría sintética fue ampliamente aceptada (Hernández, 2002).

⁴ Las estrategias de enseñanza son medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica ajustada a las necesidades de progreso de la actividad constructiva de los alumnos (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).

Esta Teoría ofrece enseñar los conceptos más amplios e inclusivos antes de enseñar los conceptos más detallados, es decir ir de los conceptos generales hacia los particulares; además utiliza un método de tipo temático, basado en una secuencia en espiral, de un tema a otro, para abordar la elaboración conceptual, agrupando los conceptos y sus contenidos de apoyo en episodios educativos lo suficientemente breves. Para la síntesis y revisión considera oportunidades constantes de participación y motivación para los alumnos.

Algo que es destacable de la teoría elaborativa es la secuenciación en espiral (Bruner, 1960), ya que permite que el alumno llegue a dominar un tema de modo gradual, después de varias pasadas. Al principio el alumno va aprendiendo las cuestiones básicas relacionadas con el tema y después las relaciona con otros más para, posteriormente, regresen al primer tema y aprendan más cosas de él o reafirmarlas. Este movimiento de ida y vuelta aumenta gradualmente la profundidad y se puede continuar hasta que se considere que el alumno ha alcanzado los conocimientos, tanto en amplitud como en profundidad. Mediante este tipo de secuenciación los alumnos comprenden mejor las interrelaciones que se dan entre los diferentes conceptos o temas, pues permite tratar aspectos similares de los diferentes temas o conceptos, en un breve espacio de tiempo, y al regresar a cada uno de los temas o conceptos los alumnos los mantienen frescos en su memoria incluso los primeros que se trataron como se muestra en Figura 1. Andamiaje de conceptos en espiral (Reigeluth, 2000, p. 456).

Las secuencias elaborativas propuestas por Reigeluth (2000) son utilizadas tanto en programas de enseñanza altamente dirigidos como para programas altamente constructivistas, y con respecto a las estructuras cognoscitivas (comprensión) las secuencias elaborativas ayudan a construir el andamiaje cognoscitivo que facilita el aprendizaje posterior, ya sea que se produzca por un enfoque de enseñanza dirigida o de tipo constructivista (Reigeluth, 2000, p. 457).

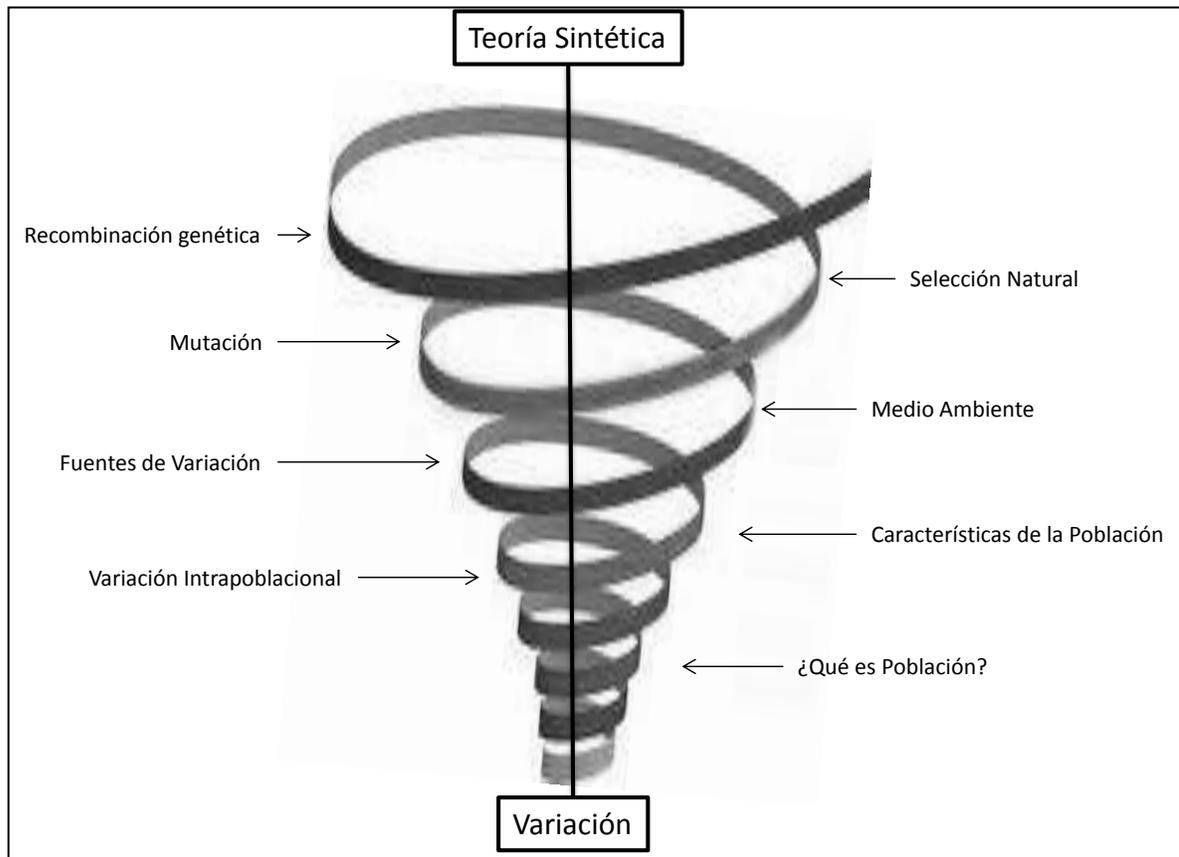


Figura 1. Andamiaje de conceptos en espiral

3.3 Estrategias de Enseñanza

Dentro de las estrategias de enseñanza utilizadas en esta Propuesta Didáctica se encuentran las siguientes:

- a. Identificación de Ideas Previas
- b. Preguntas Intercaladas
- c. Mapa Conceptual
- d. Organizadores de Clasificación
- e. Ilustraciones
- f. Texto
- g. Exposición
- h. Recapitulación

3.3.1 Identificación de Ideas Previas

El tema de evolución está ampliamente relacionado con el contexto socio-cultural del alumno y su experiencia ante el mundo que lo rodea, lo cual implica que los alumnos a nivel medio superior tengan ya una connotación de las teorías evolutivas con principios difusos. Como dice Porta (2007) “El lograr identificar, a nivel escolar, cuál es la naturaleza de esas ideas, es decir, rastrear el origen de las mismas, permitiría incidir en ellas”.

Esta estrategia de enseñanza ha sido ampliamente desarrollada e implementada en varios trabajos de investigación. Una forma de aplicar esta estrategia es la elaboración de cuestionarios cerrados que se aplican antes de iniciar un tema; los resultados permiten al profesor identificar los tópicos que obstruyen el aprendizaje de los alumnos.

Para este trabajo se empleó un cuestionario cerrado con algunos reactivos de la Tesis Doctoral de Sánchez (2000) el cual fue revisado y ajustado por expertos⁵. Además de haber servido para la identificación de tópicos, sirvió también de referencia para la evaluación de la efectividad de la propuesta didáctica al aplicarlo al término del tema.

3.3.2 Preguntas Intercaladas

El uso de preguntas y de pos-preguntas provocan en los lectores-alumnos un mayor aprendizaje intencional (Mayer, 2004, en Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 164).

Esta estrategia permitió facilitar el aprendizaje, favoreció en los alumnos los procesos de focalización y selección de la información; ayudó a la construcción de conexiones internas; facilitó elaboraciones de inferencia y procesos constructivos y permitió integrar la información textual con los conocimientos previos (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).

⁵ Ver Actividad I de la Propuesta Didáctica

3.3.3 Mapa Conceptual

Los mapas conceptuales son consideradas estrategias de aprendizaje que permiten al alumno aprender conceptos relacionándolos entre sí por procesamientos visuales y lingüísticos. Además cuando se explica y comenta a profundidad hacen que los alumnos aprendan y comprendan lo que se está expresando (Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 142).

El mapa conceptual permitió en esta propuesta organizar la información de los conceptos de evolución así como sus relaciones entre ellos, mediante la representación gráfica que facilita visualmente la comprensión jerárquica de los conceptos.

3.3.4 Organizadores de Clasificación

Sirven para organizar la información, los más conocidos son los diagramas de llave, los diagramas arbóreos y los círculos de conceptos. En todos estos casos la información se organiza de modo jerárquico estableciendo relaciones de inclusión entre los conceptos o ideas, por lo que constituyen organizadores alternativos a los mapas conceptuales aunque carecen de algunos beneficios que estos últimos tienen (Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 149).

3.3.5 Ilustraciones

Las ilustraciones (fotografías, dibujos, pinturas) constituyen uno de los tipos de información gráfica más ampliamente empleada en los textos, software, clases presenciales, etc. Son recursos utilizados para expresar o representar objetos, procedimientos o procesos que no tienen la oportunidad de tenerlos en forma real o tal y como ocurren. Según (Díaz-Barriga y Hernández (2010) hay diferentes tipos de ilustraciones de acuerdo a su función, las decorativas, las representacionales, las organizativas, las relacionales, las transformacionales y las interpretativas. De acuerdo a esta clasificación las ilustraciones que se consideraron útiles para esta investigación fueron las transformacionales e interpretativas.

Las transformacionales porque son ilustraciones que tratan de demostrar cambios o modificaciones de un objeto en el tiempo, también sirven para dar cuenta gráficamente de procesos de diverso tipo. Ejemplos típicos de estas ilustraciones son los cambios biológicos y evolutivos de distintas especies en la dimensión temporal (Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 169).

Las interpretativas porque son ilustraciones que permiten acortar y comprender los fenómenos o eventos intangibles o de difícil observación Este tipo de ilustraciones ofrecen un referente visual a los alumnos, para que sobre el mismo interpreten mejor la situación a la que se refieren y puedan tematizarla (Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 169).

Existe evidencia teórica y empírica que demuestra que las representaciones multimedia (el uso de textos con gráficos de cualquier tipo, sea o no digital), tiene mayor beneficios que la simple presentación basada en información textual, esto se debe a que los alumnos se involucran en un aprendizaje mas activo (Clark y Mayer, 2007), además se puede presentar la información de un modo diferente a la linealidad de lo escrito (Prendes, 1995, p. 215).

3.3.6 Textos

Los Textos son estrategias de enseñanza que contribuyen y favorecen el aprendizaje significativo; Sin embargo es importante considerar algunas características para su eficacia. Es por ello que los textos que se diseñaron para la propuesta didáctica, siguieron las características que propone Meyer (1994, en Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 158), donde explica que todo texto debe:

1. Tener un arreglo estructurado y sistemático de las ideas;
2. Poseer un nivel coherente de las ideas expuestas;
3. Ser concisos y debe contener poca información distractora o irrelevante y
4. Tomar en cuenta el conocimiento previo del lector.

Cuando la estructura y la organización del texto son claras, se puede asegurar una mejor comprensión y aprendizaje significativo de la información.

Estas características ofrecieron para esta investigación una guía para la selección y elaboración de los textos de la propuesta didáctica.

3.3.7 Exposición

Para la concretización del tema de evolución la propuesta didáctica propone utilizar una explicación y exposición por parte del profesor con una presentación multimedia, ya que como menciona Castellà y colaboradores (2007, en Díaz-Barriga y Hernández, 2010) se pueden usar dos clases de estrategias discursivas:

1. Las dirigidas a como organizar el discurso, lo cual tiene que ver con elegir una o varias estructuras organizadoras y darle una direccionalidad y sentido lógico
2. Aquellas que se dirigen a clarificar los contenidos, los cuales se relacionan con el uso de definiciones adecuadas, ejemplificaciones y reiteraciones o reformulaciones de lo expuesto.

Ambas estrategias se utilizaron en esta propuesta didáctica con el fin de implicar a los alumnos hacia el conocimiento significativo, estimulando su interés y promoviendo su participación activa.

3.3.8 Recapitulación

Las recapitulaciones son estrategias que los profesores usan en la clase, ya que ayudan a restablecer los contextos intersubjetivos y, sobre todo, proveen medios eficaces para lograr la continuidad. Las recapitulaciones deben ser breves resúmenes de lo que se ha dicho o hecho en clase y que incluyen lo que se considera valioso de ser aprendido (Díaz-Barriga y Hernández, 2010, p. 135).

Este recurso tuvo un papel relevante en la propuesta didáctica de esta investigación porque ayudó y orientó a los alumnos a entender el contexto del tema y porque fortaleció lo esencial de lo ya aprendido.

3.4 Actividades de la propuesta didáctica

Las estrategias de enseñanza descritas en la sección anterior determinaron el camino para organizar una propuesta didáctica donde el alumno pudiera aprender a aprender mediante un modelo constructivista, desarrollando y afianzando sus estructuras mentales, así como involucrándolo en un proceso dinámico de conocimiento y aprendizaje.

A continuación se describen las 14 actividades didácticas que se emplearon para el desarrollo de esta investigación.

Cada actividad cuenta con una ficha descriptiva donde se incluye el objetivo, recursos, duración aproximada, desarrollo y recomendaciones generales para el profesor. Se asocia también la bibliografía particular donde el profesor puede profundizar.

Actividad 1. Evaluación pretest.

Objetivo:	Identificar las ideas previas de los alumnos del grupo control y experimental
Duración:	25 minutos
Recurso:	Cuestionario A1. Pretest (<i>ver Anexo 1</i>)
Desarrollo:	<p>Se aplica el <u>Cuestionario A1</u> de forma individual sin ayuda de recursos adicionales o dudas al profesor, dando 25 minutos para el ejercicio.</p> <p>Una vez realizada la evaluación el profesor recoge los cuestionarios y retoma su clase.</p> <p>El profesor podrá realizar el análisis de los resultados del cuestionario identificando qué conceptos y teorías evolutivas conoce el grupo para orientar las actividades posteriores.</p> <p>Para el caso particular de esta investigación, los resultados se documentaron y fueron empleados en el Capítulo V Análisis de Datos e Interpretación de Resultados.</p>
Recomendaciones:	<p>Debido al objetivo del ejercicio, es muy importante reforzar el mensaje al alumno que esta evaluación es de forma individual y que no forma parte de ninguna evaluación del curso que pudiera afectar su calificación.</p> <p>El evitar el estrés al alumno permitirá el poder detectar las ideas previas que cada alumno tiene de una forma más efectiva.</p>
Referencias:	Sánchez M. (2000). <i>La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes</i> . Tesis de doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.

Actividad 2. Seres vivos y población. Visita al Zoológico.

Objetivo:	Que el alumno identifique la diversidad de especies que se encuentra en un zoológico. Que el alumno observe las características que conforman a una población.
Duración:	Visita al Zoológico en día inhábil de forma libre. Tiempo en clase para comentar 10 min
Recurso:	Cuestionario A2. Visita al Zoológico 30 min

Desarrollo:	Se entrega a lo alumnos el <u>Cuestionario A2</u> dando la instrucción de llenarlo en base a una visita al Zoológico de su elección y de forma libre, dando suficiente tiempo de entrega del cuestionario para que puedan realizar la visita. Durante la clase que se establece como límite de entrega del cuestionario, se dedican 20 minutos a compartir las experiencias de los alumnos en la actividad y se debate acerca de las respuestas del cuestionario.
--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	Se recomienda dar tiempo suficiente para que el alumno pueda asistir al zoológico en día de descanso, por ejemplo dar la instrucción dejando un fin de semana entre la clase que se indica la actividad y la fecha límite de entrega del cuestionario.
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Rosales Flores, E. (2008). El zoológico de San Juan de Aragón como espacio para la enseñanza–aprendizaje de la biología evolutiva. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuestionario A2. Visita al Zoológico

Visita al Zoológico



Todos alguna vez hemos visitado un Zoológico, los principales objetivos de estos recintos son: abrir espacios educativos y tener una convivencia respetuosa con la naturaleza. Por ejemplo el biólogo Alfonso L. Herrera fundó el Zoológico de Chapultepec en 1923, consideró importante enseñar a todo el público las especies nativas de México, así como otras especies provenientes del resto del mundo.

En tu visita contesta las siguientes preguntas:

1. Efectúa una lista de los animales que observaste en el zoológico. Cuál fue la especie de animal que más te interesó. ¿Por qué?
2. Entre los animales de mayor tamaño se encuentra la jirafa. Redacta en un párrafo toda la información que conozcas de esta especie.
3. Cuántos tipos diferentes de osos observaste. Realiza una descripción de ello.
4. Formula una explicación que detalle porqué hay diferentes tipos de osos.

Actividad 3. Población. Lectura de las Jirafas.

Objetivo:	Que el alumno reconozca las características de una población.
Duración:	30 minutos
Recurso:	Lectura A3. Las Jirafas Cuadro A3. Características de las Jirafas

Desarrollo:	<p>Se entrega la <u>Lectura A3</u> de forma individual y se da 10 minutos para su lectura.</p> <p>Se agrupan a los alumnos por equipos y se indica que se complete el <u>Cuadro A3</u>, se dan 10 minutos para completar la actividad.</p> <p>Se discuten las respuestas de cada equipo de forma grupal (20 min).</p>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	La discusión final debe estar enfocada hacia las características que conforman a una población y su ambiente.
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Texto de la lectura modificado de: http://www.combonianos.com/MNDigital/fauna/jirafa.htm .
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lectura A3. Las Jirafas⁶

Lectura A3. Las Jirafas

(*Giraffa camelopardalis*)

Las jirafas son del género *Giraffa*, pertenecen a la familia de los rumiantes, se



distinguen por tener solo dos dedos en cada pie. Es el animal más alto del mundo, con un cuello muy largo, un lomo descendente y largas patas. Tienen un par de cuernos en la cabeza de unos 10 centímetros, son de color pardo castaño recortado por una red de líneas de color amarillento claro, tienen una altura de 5 a 6 metros y su peso llega a 1,180 kilos.

Su largo cuello le permite alimentarse de hojas de acacias y mimosas en las copas de los árboles, estas hojas las obtienen con su largo y prensil labio superior y su larga lengua, cuando se nutren con alimentos frescos y jugosos pueden permanecer mucho tiempo sin agua, pero en las épocas de sequía recorre varios kilómetros para buscarla en lagunas o charcas, las jirafas tienen la capacidad de pasar largas temporadas sin beber agua.

Por otro lado, cuando comen o beben al ras del suelo son susceptibles a ser atacadas por sus depredadores. Las crías nacen durante todo el año, después de un período de gestación que dura 450 días y nace una cría cada vez.

Las jirafas forman grupos inestables en manadas desde 3 a 40. La manada está dominada por el macho mayor y guiada por una hembra. Suelen vivir en lugares de arbolado disperso y poco elevado. Se dan con gran frecuencia enfrentamientos entre los machos que se deben principalmente a la defensa del territorio.

⁶

Texto modificado de: <http://www.combonianos.com/MNDigital/fauna/jirafa.htm>

Cuadro A3. Características de las Jirafas

Características de las Jirafas

Completa el siguiente cuadro

Biología de la Jirafa	
Descripción fenotípica de la jirafa.	
¿Dónde viven?	
¿Qué comen?	
¿Cuántas crías tienen?	

Actividad 4 Variación Intrapoblacional. Origami de Jirafa.

Objetivo:	Que el alumno descubra la variación intrapoblacional. Que el alumno explique el origen de las variaciones intrapoblacionales.
Duración:	80 minutos
Recurso:	Instrucciones del origami Cuadro A4. Jirafas de Origami

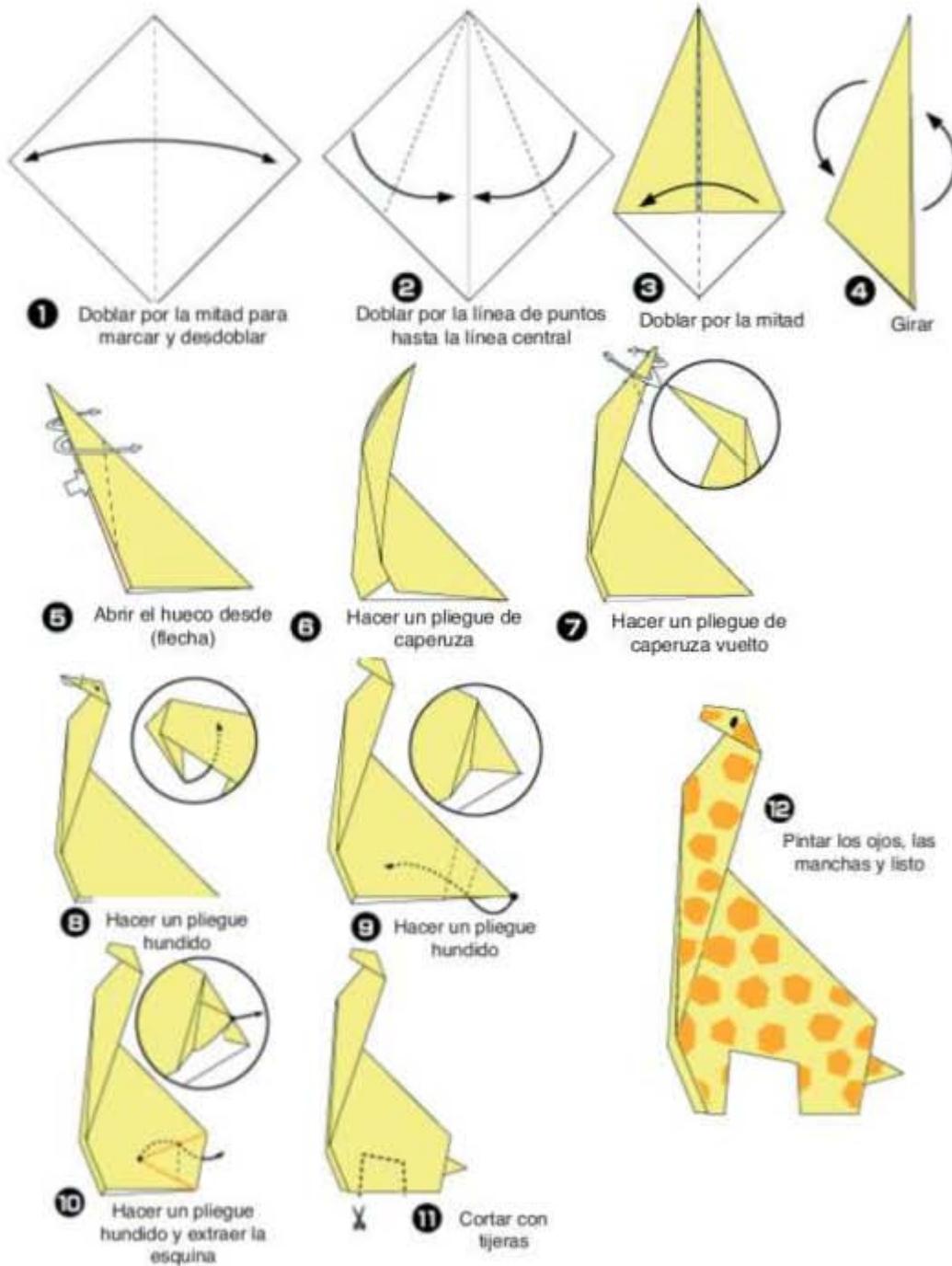
Desarrollo:	<p>Para el armado de origami se requiere de hojas blancas de diferentes tamaños</p> <p>Se entrega de forma individual las instrucciones y las hojas para realizar el origami de una Jirafa (30 min).</p> <p>Se dan 10 minutos y se pide que pinten las manchas de la jirafa una vez que está armada.</p> <p>Las jirafas de todos los integrantes del grupo serán colocadas en una mesa en el centro del salón de clase simulando una población de esta especie animal. Se discuten las observaciones (10 min)</p> <p>Se agrupan a los alumnos por equipos y se indica que se complete el <u>Cuadro A4</u>, se dan 20 minutos para completar la actividad.</p> <p>Se discuten las respuestas de cada equipo de forma grupal (10 min)</p>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Para enfocar el ejercicio de preferencia se entrega las instrucciones con el material previamente recortado y colores para pintar las manchas de las jirafas.</p> <p>En la discusión final el Profesor debe enfocarse en resaltar las diferencias intrapoblacionales y cuestionar al alumno del origen de esas diferencias comparando con casos reales.</p>
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	<p>Ayala, F. (1983). La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica. Editorial Alhambra, México.</p> <p>Cervantes, M. y M. Hernández. (2000). Biología General. Sexta Impresión, Publicaciones Cultura, México.</p> <p>Alexander, P. (1992). <i>Biología</i>. Editorial Prentice Hall, New Jersey.</p>
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Instrucciones del origami

Una vez que ya conocimos algunos aspectos generales de las jirafas vamos hacer una actividad que requiere de tus habilidades y destrezas. Manos a la obra: construir tres jirafas con la técnica de origami de distintos tamaños y decóralas a modo que representen a los organismos de una población.



Cuadro A4. Jirafas de origami

Actividad Jirafas de origami. Completa el siguiente cuadro	
Observa al conjunto de jirafas de origami y con tus conocimientos menciona si se puede decir que a este conjunto de individuos se le puede llamar población. Si o No ¿Por qué?	
A partir de las jirafas de origami. ¿Qué características deben tener los individuos que pertenecen a una población?	
En la población de jirafas de origami ¿qué diferencias observas entre ellas?	
Describe si en una población los organismos que la integran son todos iguales o existen ciertas diferencias individuales.	
Si en una población real de jirafas existen diferencias, a qué lo atribuirías.	

Actividad 5. ¿Qué es población? Generar definición de población

Objetivo:	Que el alumno parafrasee una definición de población.
Duración:	30 minutos
Recurso:	Cuadro A5. Definición de Población

Desarrollo:	<p>Se entrega el Cuadro A5 de forma individual, dando 10 minutos para la lectura de las definiciones de Población incluidas.</p> <p>Se agrupan a los alumnos por equipos y se indica que con la información obtenida de la Actividad 4 y las definiciones del <u>Cuadro A5</u>, los alumnos realicen con sus propias palabras una definición de población escribiéndola en el <u>Cuadro A5</u>, se dan 10 minutos para completar la actividad.</p> <p>Se discuten las respuestas de cada equipo de forma grupal (10 min)</p>
--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Esta actividad debe realizarse durante la misma sesión de la Actividad 4.</p> <p>Como una variante adicional, se puede solicitar al alumno una sesión anterior el buscar una definición de población obtenida de algún libro (no internet).</p> <p>Se recomienda al Profesor hacer énfasis en las características que definen a una población.</p>
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	<p>Cervantes, M. y M. Hernández. (2000). <i>Biología General</i>. Sexta Impresión, Publicaciones Cultura, México.</p> <p>Alexander, P. (1992). <i>Biología</i>. Editorial Prentice Hall, New Jersey.</p>
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro A5 Definición de Población

¿Qué es población?



Con la información obtenida realiza con tus propias palabras una definición de población, apóyate de la actividad anterior y ayúdate con las dos siguientes definiciones que se te proporcionan.

Población: conjunto de organismos de la misma especie que coexisten en un espacio y tiempo determinado.

- Cervantes, M. y M. Hernández. 2000. **Biología General**. Sexta Impresión, Publicaciones Cultura, México.

Población: Grupo de organismos de la misma especie que viven en un momento específico en un ecosistema.

- Alexander, P. 1992. **Biología**. Prentice Hall, New Jersey.

Anota tu definición en el siguiente cuadro.

Población:



Actividad 6. Conceptos de población. Red semántica.

Objetivo:	Que el alumno reconozca los términos que están relacionados con el concepto de población.
Duración:	30 minutos
Recurso:	Cuestionario A6. Red Semántica

Desarrollo:	<p>Se agrupan a los alumnos por equipos y se indica que abstraigan los conceptos que se han utilizado para definir población.</p> <p>Una vez identificados estos conceptos se indica que elaboren una red semántica como se muestra en el <u>Cuestionario A6</u>.</p> <p>Una vez elaborada la red semántica se pide que contesten la pregunta del <u>Cuestionario A6</u> (20 min).</p> <p>Se discuten las respuestas de cada equipo de forma grupal (10 min)</p>
--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Antes del ejercicio se recomienda repasar los conceptos que conforman la red semántica. Se pueden utilizar ejemplos de otras materias o temas.</p> <p>Es indispensable que para esta actividad los alumnos ya tengan un conocimiento claro de las características que conforman a una población.</p>
-------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Vera, N. et al. 2005. Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. Revista Ra Ximhai, vol. 1, no. 003.
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

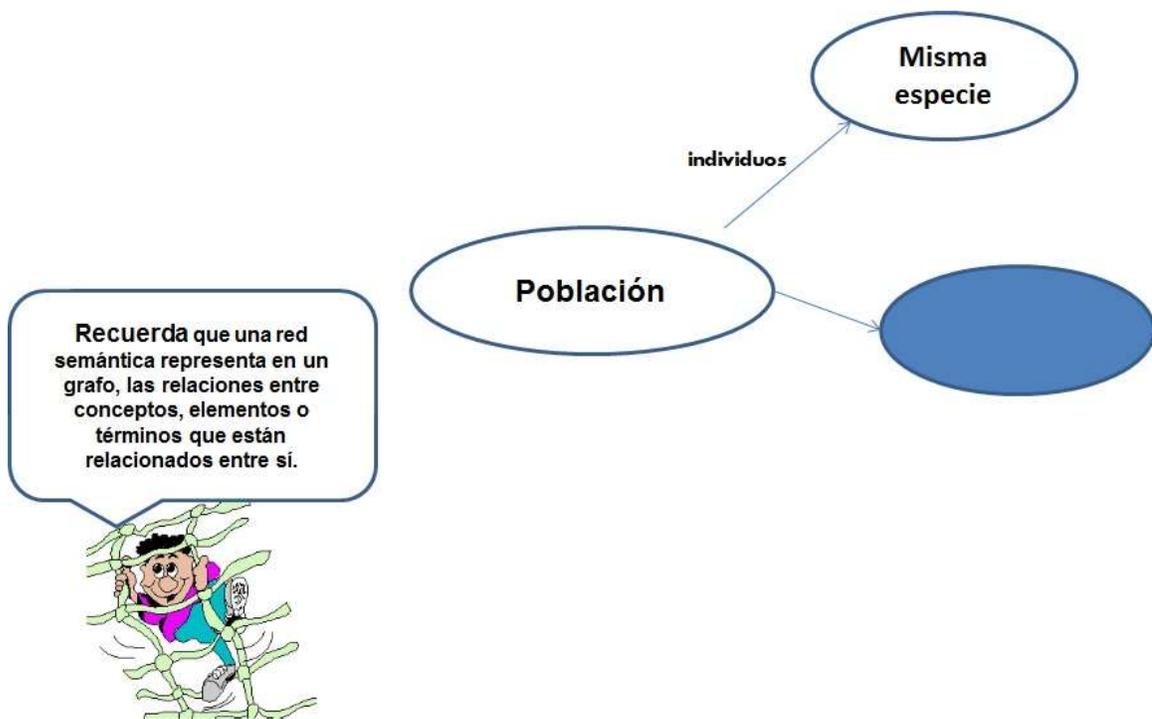
Cuestionario A6 Red semántica

Objetivo: Que el alumno reconozca los términos que están relacionados con el concepto de población.

Para entrelazar los conocimientos aprendidos efectúa una red semántica de todas las palabras que están alrededor del concepto "POBLACIÓN" y conecta con una flecha todas aquellas que tengan relaciones estrechas.

Nota entre la flecha y el globo puedes poner palabras que conecten un concepto con otro, para que expliques las relaciones de un globo con otro.

Ejemplo



Para concluir explica si en el caso del zoológico se pueden observar poblaciones o solo individuos. Argumenta tu respuesta.

Actividad 7. Variación intrapoblacional. Lectura y observación.

Objetivo:	Que el alumno detecte las variaciones intrapoblacionales.
Duración:	50 minutos
Recurso:	Lectura A7. La variación entre individuos de una misma población Imagen A7. Variación intrapoblacional

Desarrollo:	<p>Se entrega la <u>Lectura A7</u> de forma individual y se da 10 minutos para su lectura.</p> <p>Se agrupan a los alumnos por equipos, se indica que observen la <u>Imagen A7</u> y realicen una descripción de lo que ocurre en cada uno de los dibujos, guiándose con las flechas y contestando las preguntas que contiene la imagen, se dan 30 minutos para completar la actividad.</p> <p>Se discuten las respuestas de cada equipo de forma grupal (10 min)</p>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Para la efectividad de la actividad se requiere que la Imagen 1 sea entregada a color para su mejor entendimiento.</p> <p>El Profesor deberá enfocarse en la explicación de las fuentes de variación y los efectos que ellas tienen en una población.</p>
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	<p>Ayala, F. (1983). La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica. Editorial Alhambra, México.</p> <p>Jiménez, L. (Coordinador). (2007). Conocimientos Fundamentales de Biología. Volumen II Editorial Pearson y UNAM, México.</p>
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lectura A7 Variación entre individuos de una misma población

La variación entre individuos de una población



Además de la enorme diversidad de especies existentes, hay una gran variedad de características entre los individuos que conforman una población. Por ejemplo, en una población de leones, unos tienen un pelaje más largo que otros; algunos son más corpulentos o más rápidos; otros son más tolerantes a la falta de agua o alimento. En general, puede afirmarse que no existen dos individuos iguales. Incluso los gemelos que pueden ser genéticamente idénticos muestran diferencias fenotípicas, producto de la acción del ambiente.⁷

⁷ Jiménez, L. (Coordinador). 2007. *Conocimientos fundamentales de Biología*. Volumen II, Primera Edición, Pearson Educación y UNAM, México, pp.

Imagen A7. Variación intrapoblacional.

Observa con detenimiento la siguiente imagen y realiza por equipo una **descripción** de lo que ocurre en cada uno de los dibujos, guíate con las flechas y apóyate con las preguntas claves.

1 Población: Describe si los individuos de esta población de palomas son de la misma especie. Menciona cuáles son las características iguales que presentan entre sí y cuáles son diferentes.

2 Célula: ¿Qué es lo que se encuentra dentro del núcleo?

3 Núcleo

4 ¿Qué es lo que se encuentra dentro del núcleo?

5 Fuentes de variación: Mutación, Recombinación genética. Explica: ¿Qué ocurre con el materia genético en cada fuente de variación?

6 ¿Por qué las fuentes de variación son importantes para una población?

Actividad 8. Fuentes de variación. Observación y argumentación.

Objetivo:	Que el alumno argumente si las fuentes de variación genética actúan en los diferentes seres vivos.
Duración:	50 minutos
Recurso:	Imagen A8. Fuentes de variación Cuadro A8. Actuación de las fuentes de variación

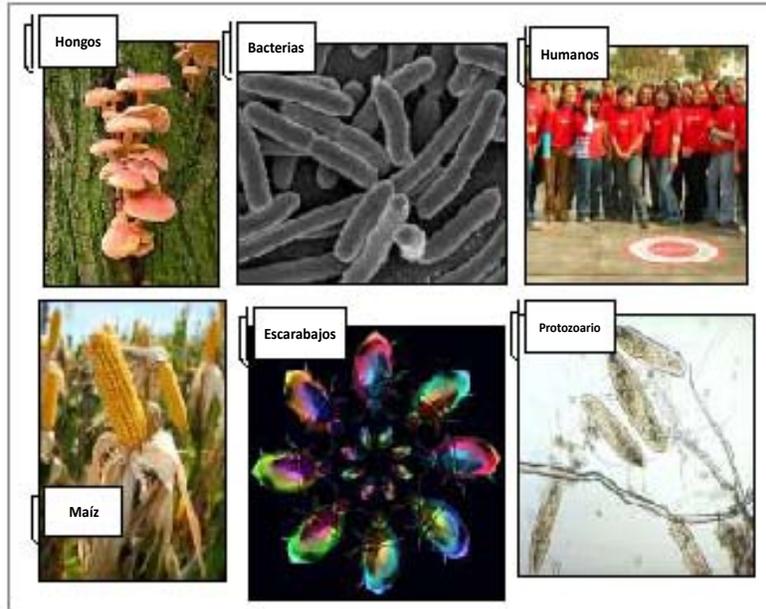
Desarrollo:	<p>Se agrupan a los alumnos por equipos, se indica que observen la <u>Imagen A8</u> (10 min).</p> <p>En 10 minutos deberán identificar si existen diferencias entre los organismos de las diferentes poblaciones presentadas en la imagen.</p> <p>El equipo deberá elegir un tipo de organismo y realizar su descripción completando el <u>Cuadro A8</u>. Se dan 10 minutos para este paso.</p> <p>Cada equipo expone al grupo el organismo que trabajó en el <u>Cuadro A8</u>, se complementa el Cuadro con los demás organismos a partir de la explicación de los otros equipos (10 min).</p> <p>Se discuten los resultados de cada equipo de forma grupal (10 min).</p>
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	Después de obtener la descripción por equipo y con la ayuda del profesor se recomienda realizar una explicación sobre la importancia de las fuentes de variación, para obtener un mismo criterio y una misma conclusión.
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	<p>Ayala, F. (1983). La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica. Editorial Alhambra, México.</p> <p>Jiménez, L. (Coordinador). (2007). Conocimientos Fundamentales de Biología. Volumen II Editorial Pearson y UNAM, México.</p>
---------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Imagen A8 Fuentes de variación

Analiza las siguientes imágenes e indica si las fuentes de variación, actuarían de la misma manera en las siguientes representantes de una población.



Cuadro A8 .Actuación de las fuentes de variación



Unificaremos criterios sobre las imágenes que observaron. Por equipo, elegirán a un tipo de organismo y realizarán su descripción, completar el siguiente cuadro:

Población	Descripción del equipo.	Explicación unificada del grupo.
Escarabajos		
Humanos		
Bacterias		
Hongos		
Protozoarios		
Maíz		

Nota: Después de obtener la descripción por equipo y con la ayuda del profesor se realizará una explicación sobre la importancia de las variaciones, para obtener un mismo criterio y una misma conclusión.

Actividad 9. Mutación. Cuadro Sinóptico.

Objetivo:	Que el alumno identifique los diferentes tipos de mutación
Duración:	50 min
Recurso:	Historieta Cuadro Sinóptico de Mutación

Desarrollo:	<p>Se agrupan a los alumnos por equipos y se pide que lean la Historieta. Se dan 20 minutos.</p> <p>De forma individual se pide que completen en 10 minutos el Cuadro Sinóptico de Mutación.</p> <p>Se discuten los resultados de cada equipo de forma grupal (20 min).</p>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

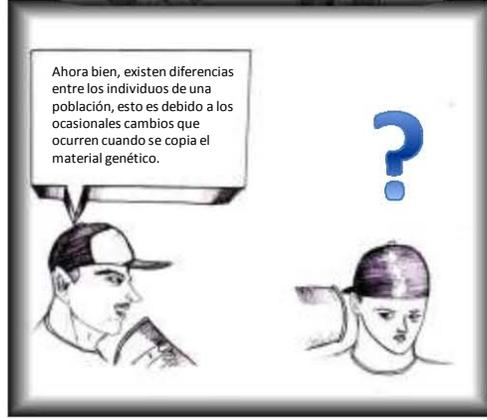
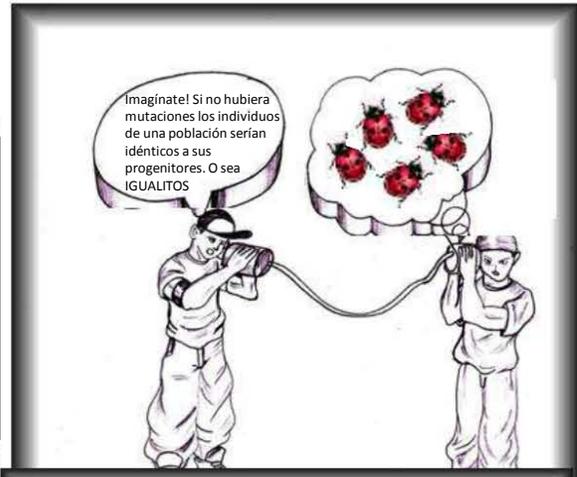
Recomendaciones:	<p>Para completar el Cuadro, el alumno tendrá que buscar en otros recursos de apoyo los conceptos faltantes, por lo que se recomienda solicitar previamente a los alumnos llevar un libro de texto para esta actividad.</p> <p>El enfoque que el Profesor deberá dar a la actividad es resaltar los tipos de mutación diferenciando las que ocurren a nivel Gen de las que ocurren a nivel Cromosoma.</p>
-------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Valdivia, B., (2003). Biología. La vida y sus procesos. Editorial Publicaciones Cultura, México.
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------

Historieta

En una extraña pero productiva conversación entre estudiantes se discutió lo siguiente.

Historieta







Ya escuché de las mutaciones, pero me surge una duda. ¿Cómo saben los individuos de una población que necesitan un cambio genético para sobrevivir?



No lo saben, para explicarse esto, necesito que me acompañes al jardín, para ver un ejemplo.



Observa, estas calabazas, son de la misma especie, sin embargo, se ven variaciones en el tamaño y la forma, característica determinada genéticamente. Este cambio o mutación se produjo al azar.

¡Sorprendente!



Pero yo se algo que tu desconoces y es que la recombinación genética también produce variación entre los individuos, no solo las mutaciones, a VERDAD!!



Tienes razón. Por último me gustaría comentarte que dependiendo de las diferencias individuales algunos organismos se podrán reproducir y dejan esa característica favorable a su descendencia, sin embargo otros morirán, a esto se le llama SELECCIÓN NATURAL.



y todo el conjunto de estos eventos son importantes para el proceso evolutivo

Todo me quedo muy claro, aunque me surge una duda ¿qué tipo de mutación ocasionará la chiquitolina en el chapulín colorado?

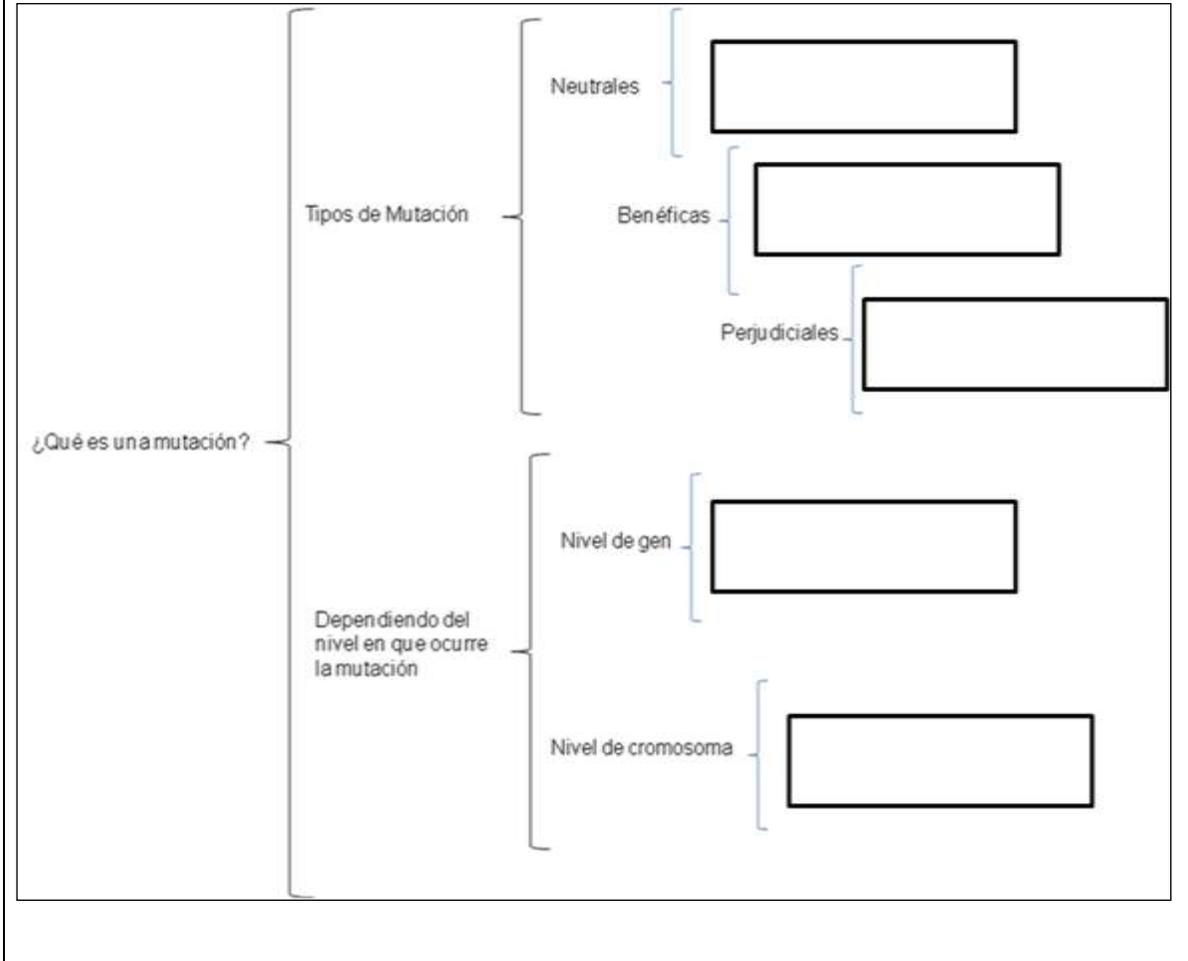


jeje



Cuadro Sinóptico de Mutación

Completa el diagrama después de leer la historieta. En algunos casos tendrás que investigar por tu parte la información que haga falta.



Actividad 10. Teoría Sintética. Exposición del Profesor.

Objetivo:	Que el alumno comprenda la construcción de la teoría sintética en base al aprendizaje adquirido en las actividades anteriores.
Duración:	50 minutos
Recurso:	Diapositivas.

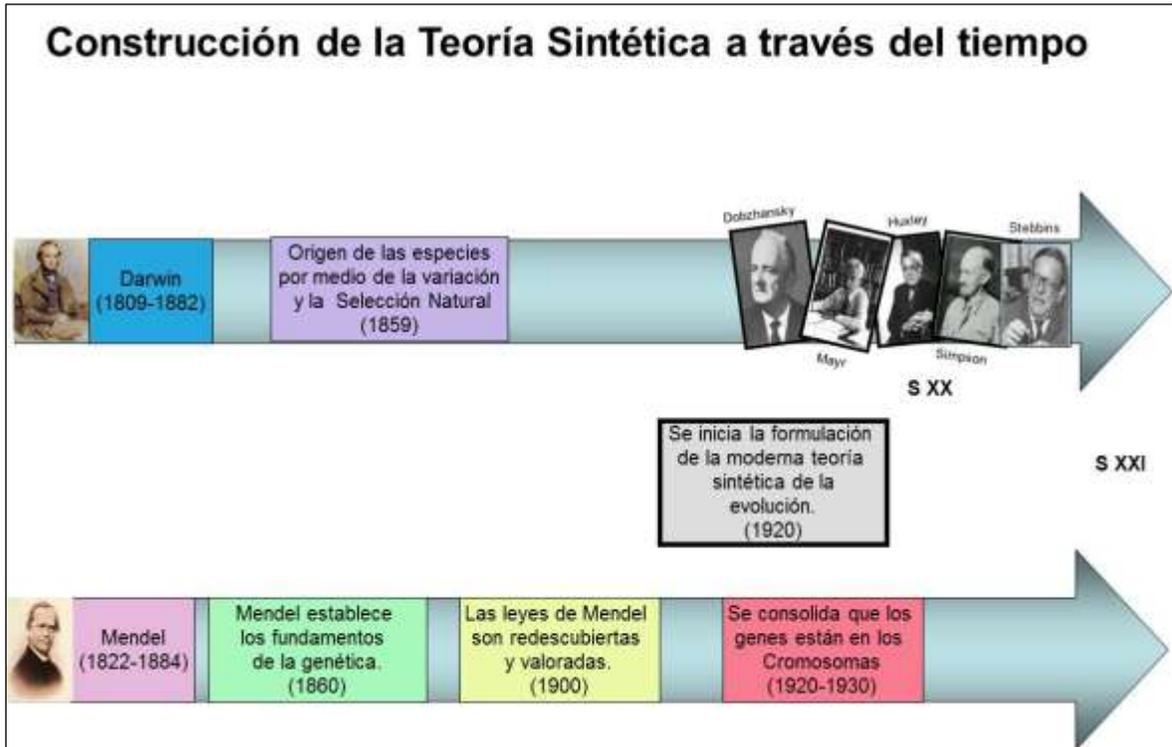
Desarrollo:	El Profesor presentará las diapositivas y desarrollará ampliamente los temas, resolviendo dudas durante su exposición de forma interactiva.
--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>La exposición deberá enfatizar los conceptos anteriormente aprendidos en las actividades anteriores cuestionando a los alumnos y buscando su participación.</p> <p>Se recomienda aplicar un cuestionario de la exposición al final de la clase para evaluar la adopción de los conceptos de la Teoría Sintética.</p>
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	<p>Ayala, F. (1983). La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica. Editorial Alhambra, México.</p> <p>Jiménez, L. (Coordinador). (2007). Conocimientos Fundamentales de Biología. Volumen II Editorial Pearson y UNAM, México.</p> <p>Hoagland, M., Dodson B. y Hauck, J. (2001). Exploring the way life works: the science of biology. Jones and Bartlett Publishers, USA.</p>
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Diapositivas. Exposición por parte del profesor

Diapositiva 1 Línea del Tiempo:



Un cambio fundamental en la actitud hacia el darwinismo se produjo en 1937, con la publicación de *Genética y el origen de las especies*, por Theodosius Dobzhansky; quien incorporó a la explicación evolutiva una gran abundancia de pruebas experimentales para demostrar que la selección natural es el agente individual más efectivo del cambio evolutivo, tal y como Darwin había propuesto. Demostró que el darwinismo y los hallazgos de la genética descubiertos en 1900 en los trabajos de Mendel eran compatibles. Otros autores importantes, entre ellos George Simpson, Ernst Mayr y G. Ledyard Stebbins establecieron que este modelo darwiniano revitalizado explicaba un amplio conjunto de hechos morfológicos, paleontológicos, biogeográficos y ecológicos sobre las plantas al igual que sobre los animales. El paradigma darwiniano se enriqueció con los avances de la genética y otras ramas de la biología, resurgiendo con más amplio contenido informativo y una gran capacidad explicativa. Este nuevo paradigma es llamado, teoría sintética de la evolución, porque es el resultado de la síntesis de los descubrimientos de varias disciplinas científicas (Ayala, 1983).



Dobzhansky, Stebbins
Genetista Botánico

Mayr
Taxónomo

Huxley
Zoólogo

Simpson
Paleontólogo

Reformularon en forma independiente la teoría de Darwin, incorporándole los nuevos avances genéticos y reafirmando el papel central de la variación y la Selección Natural en la evolución

La evolución es gradual y continua

Implica dos procesos fundamentales: uno azaroso-la producción de variación y otro determinístico-selección natural

Las fuentes de variación son la mutación y recombinación genética

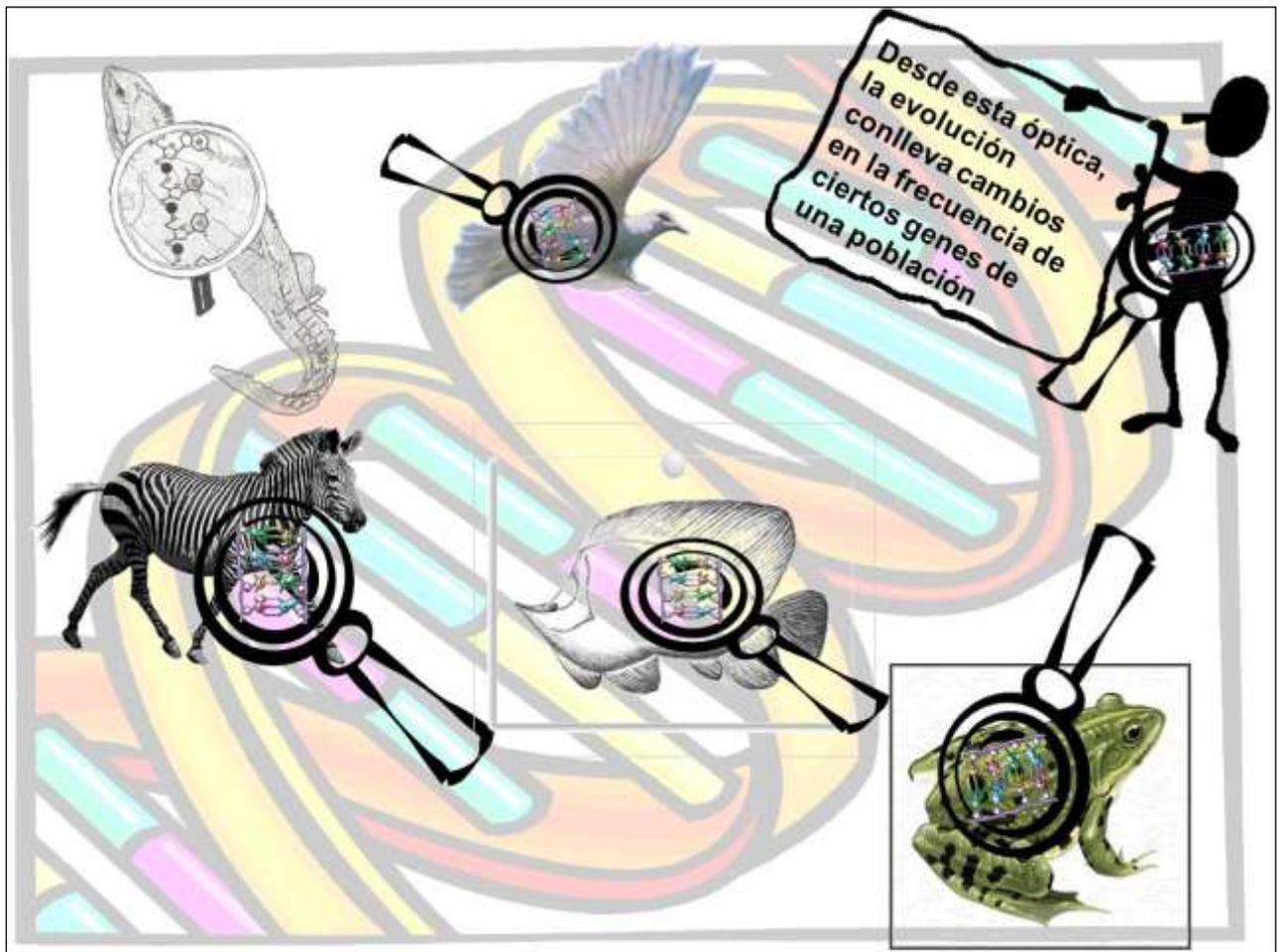
La evolución es tanto la adaptación al interior de las especies como la diversificación en todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación.

Así los avances teóricos y experimentales de la genética demostraron que no existe contradicción entre las fuentes de la variación genética y la selección natural. Los arquitectos de esta teoría: Dobzhansky, Mayr, Stebbins, Simpson y Huxley, argumentaron que la mutación, la recombinación y la selección natural eran responsables del origen de nuevas especies. A partir de 1947 en un famoso congreso realizado en Princeton, el neodarwinismo surgió como una corriente acorde con el pensamiento de Darwin y en la década de los 50' la teoría sintética de la evolución fue aceptada por la mayoría de los biólogos.

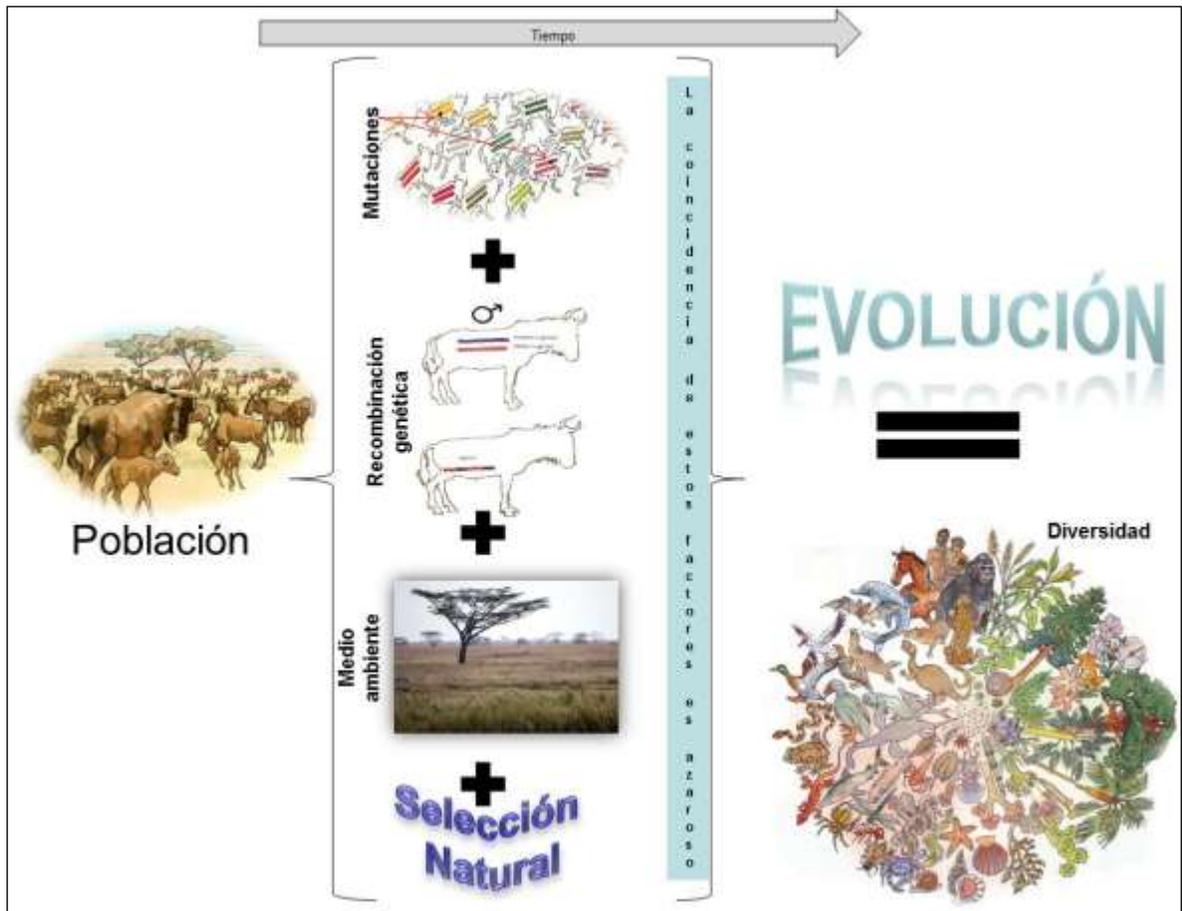
Los postulados centrales de la Teoría Sintética son:

1. Implica dos procesos fundamentales: uno azaroso- la producción de variación – y otro determinístico- la selección natural.
2. Las fuentes de variación son la mutación y la recombinación genética.
3. La evolución es gradual y continua
4. La evolución es tanto la adaptación al interior de la especie como la diversificación en todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación (Jiménez, 2007).

Diapositiva 3 Importancia de las variaciones:



Para comprender la evolución, es necesario conocer la herencia biológica: proceso por el que las características de los individuos pasan a sus descendientes. La existencia de variabilidad genética es una condición necesaria para la evolución. Los organismos de una población que poseen variantes genéticas ventajosas con respecto a otros individuos de la misma población tienen mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse. Como consecuencia, las variables útiles se multiplicarán a través de las generaciones (Ayala, 1983).



Las mutaciones y la recombinación genética que ocurren dentro de los individuos de una población proporcionan variaciones naturales y hereditarias. Algunos organismos de la población que contienen variaciones genéticas favorables frente al medio ambiente y a la selección natural sobreviven y se reproducen, transmitiendo estas variaciones favorables a sus siguientes generaciones. Estas variaciones favorables permitieron la evolución de la población. Es importante resaltar que estos cambios en el material genético no son auto-dirigidos hacia un bien de la población, estos cambios se dan causalmente. La coincidencia de que una variación favorable se suma con un ambiente determinado, más la selección natural, es también un evento azaroso y causal también, trayendo como resultado la evolución de las especies. En resumen se puede explicar que las variaciones genéticas producidas por las mutaciones y la recombinación genética más el medio ambiente donde viven las diferentes especies, más la selección natural más lo azaroso y causal de todos los factores, promueven la adaptación y la diversidad de las especies.

Bajo la óptica de la Teoría Sintética

- La unidad de estudio de la evolución no es el individuo, sino la **población**.
- Los individuos de una población que viven en aproximación con otra se pueden reproducir entre ellos y con esto realizar un **intercambio genético**.
- Existen dos fuentes de variación hereditaria: **mutación** o cambios en el material genético, y **recombinación** o nueva combinación de genes en los organismos.
- Sobre estas fuentes de variabilidad actúa la **Selección Natural**, incrementado o disminuyendo la frecuencia de algunos genes

Se presentan algunos puntos importantes para concluir el tema como: la importancia de la población, el intercambio genético, fuentes de variación (mutación y recombinación genética) y la importancia de la selección natural.

Actividad 11. Evolucionismo. Mapa Conceptual.

Objetivo:	Que el alumno construya los conceptos del evolucionismo en base al conocimiento aprendido en las actividades anteriores.
Duración:	50 minutos
Recurso:	Lectura A11 de la Teoría Sintética Instrucciones de Mapa Conceptual Mapa Conceptual A11 de Evolucionismo

Desarrollo:	<p>Se entrega individualmente la <u>Lectura A11</u> y se solicita que el alumno subraye todos los conceptos que te sean importantes en 20 minutos.</p> <p>Después de identificar los principales conceptos, se pide que complete de forma individual el <u>Mapa Conceptual A11</u>, utilizando la siguiente lista de conceptos: población, Lamarck, variaciones, selección natural, evolución, población, síntesis moderna, teorías, mutación y recombinación. Se dan 20 minutos para esta actividad.</p> <p>Se discuten los resultados de forma grupal (10 min).</p>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Se recomienda atraer la atención del estudiante para la lectura, para el caso de esta investigación se diseñó un artículo de un periódico ficticio llamado “El neodarwiniano” para poder introducir un nuevo concepto al alumno.</p> <p>Se recomienda repasar los conceptos de Mapa Conceptual para un mejor aprovechamiento de la actividad.</p>
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Jiménez, L. (Coordinador). (2007). Conocimientos Fundamentales de Biología. Volumen II Editorial Pearson y UNAM, México.
---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Lectura A11 de la Teoría Sintética”



El neodarwiniano

México, D.F. a 12 de Marzo de 2008

Lectores del neodarwiniano, recordarán que en el año de 1859 Darwin escribió su libro titulado *Acerca del origen de las especies por medio de la selección natural*, para esa época dicho libro se consideró una gran sacudida para las teorías creacionistas. La más seria dificultad que enfrentó la teoría evolucionista de Darwin fue la falta de una adecuada teoría de la herencia que pudiera dar cuenta de la preservación a través de la producción de variaciones sobre las que se supone actúa la selección natural. Sin embargo, en 1900, Hugo de Vries, Carl Correns y Erich Tschermak publicaron sus trabajos donde confirmaron los resultados obtenidos por Mendel 35 años antes. Donde se anunciaba que la herencia se transmite en unidades discretas que son disociables y combinales de manera matemáticamente predecible.

Por lo tanto, los avances teóricos y experimentales de la genética demostraron que no existe contradicción entre las evidencias sobre el surgimiento de la variación genética y la selección natural.

En 1937, el naturalista y genetista T. Dobzhansky, publicó *Genética y el origen de las especies*, en el cual de manera razonable y comprensible en términos genéticos, apoyó los argumentos teóricos con evidencias empíricas. Por lo tanto, del decenio de 1930 al de 1940, los biólogos combinaron los principios de la genética mendeliana con la teoría de Darwin de la selección natural para formular una explicación unificada de la evolución, que se conoce como **Teoría Sintética**.

Esta **Teoría Sintética** de la evolución, es un gran logro conceptual que explica la variación observada por Darwin entre la

descendencia, en términos de cambios en el ADN.



Otros autores que junto con Dobzhansky, pueden ser considerados los arquitectos de la teoría sintética son los zoólogos Ernst Mayr y Julian Huxley, el paleontólogo Georges G. Simpson y el botánico George L. Stebbins. Estos autores argumentaron que la mutación, la recombinación y la selección natural eran responsables del origen de nuevas especies.

Para 1950, la aceptación de la teoría de Darwin de la evolución por selección natural fue universal entre los biólogos, y la teoría sintética fue ampliamente aceptada.

Los postulados esenciales de la Teoría Sintética son:

1. La evolución es gradual y continua
2. Implica dos procesos fundamentales: uno azaroso-la producción de variación- y otro determinístico -selección natural.
3. Las fuentes de variación son la mutación y recombinación genética
4. La evolución es tanto la adaptación al interior de las especies como la diversificación en todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación.

Instrucciones de Mapa Conceptual

Individualmente realiza la lectura del siguiente recorte de periódico y subraya todos los conceptos que te sean importantes.

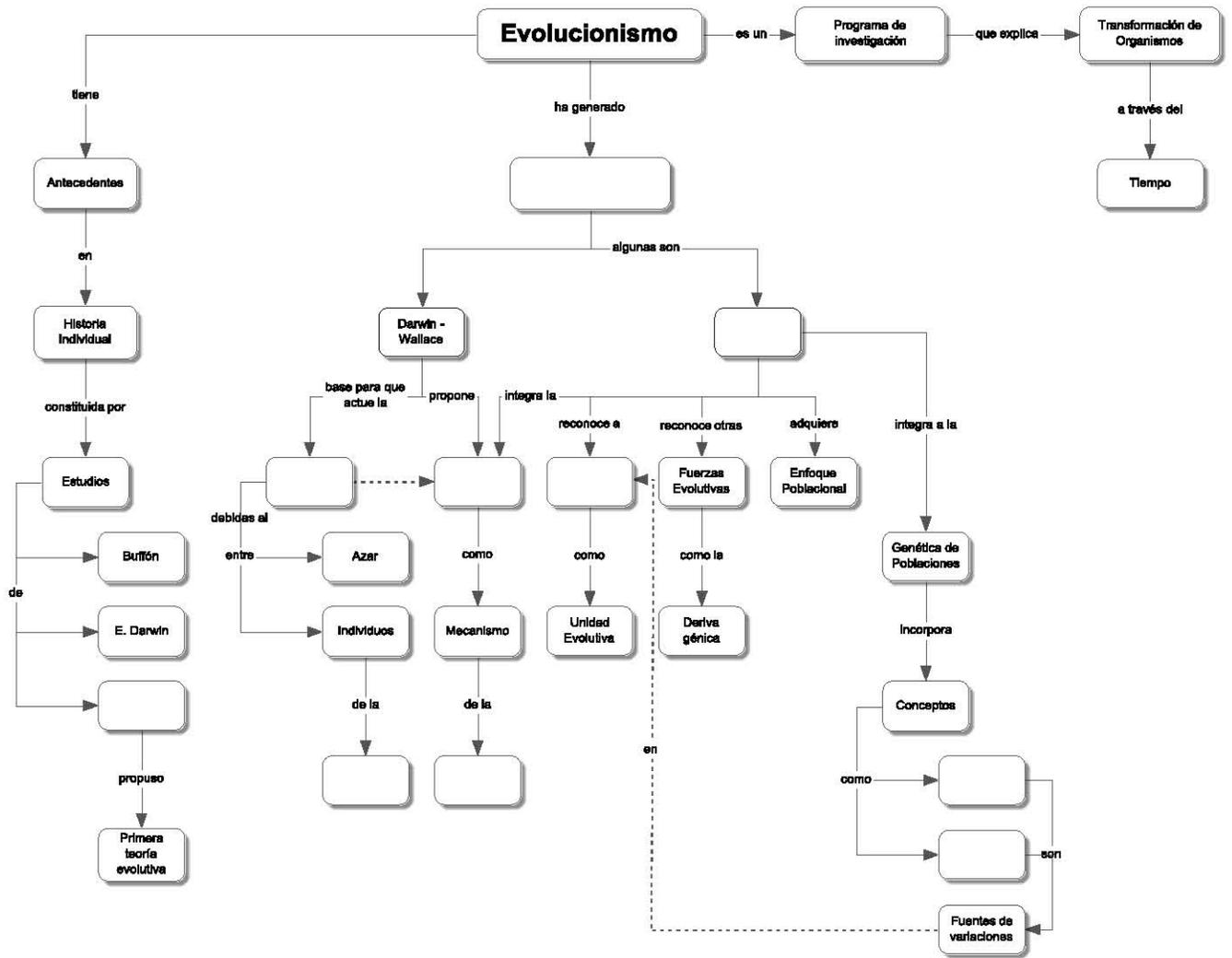
Después de identificar los principales conceptos, completa el siguiente mapa conceptual, utiliza la siguiente lista de conceptos: **población, Lamarck, variaciones, selección natural, evolución, población, síntesis moderna, teorías, mutación y recombinación.**

Recuerda que para elaborar un mapa conceptual:

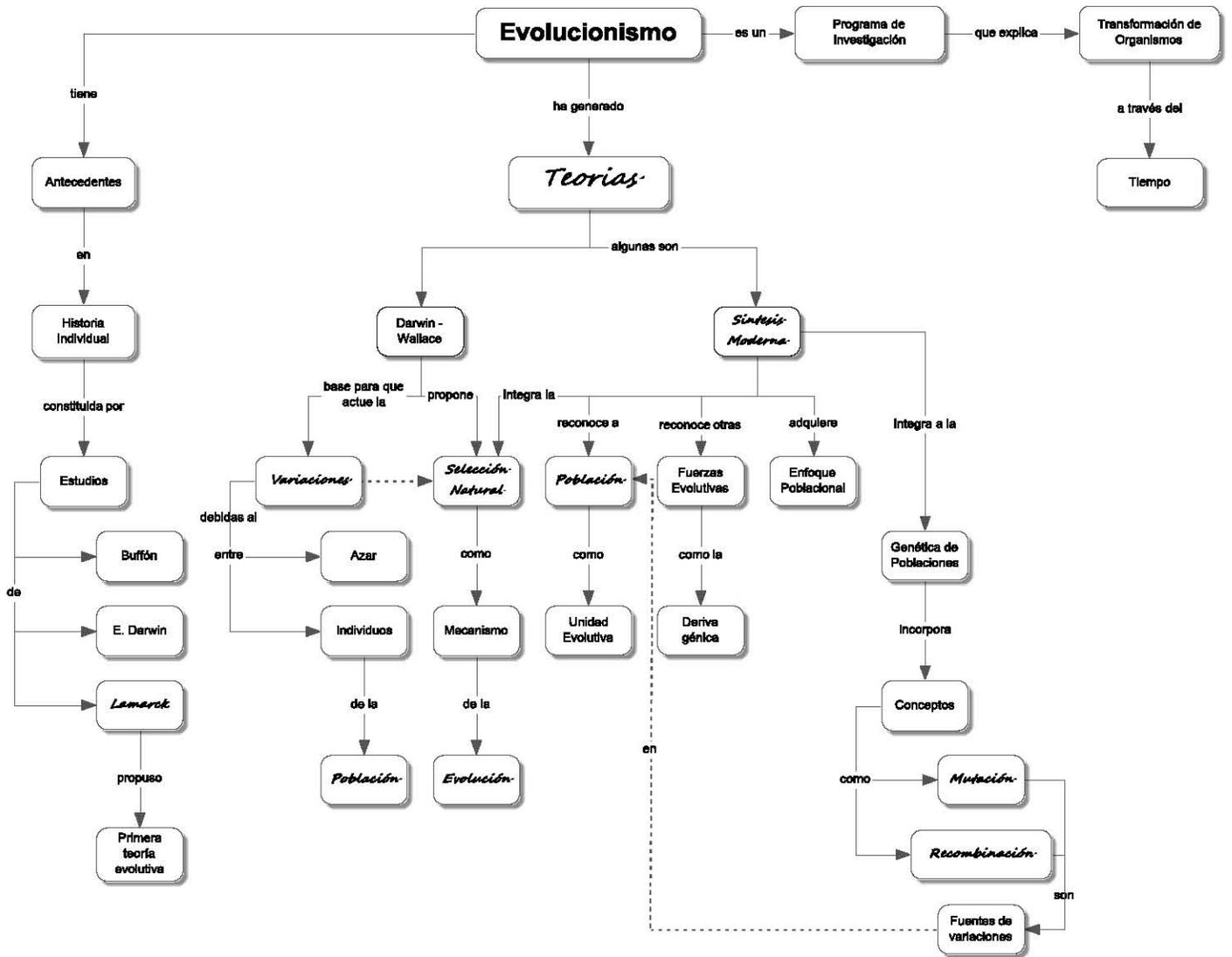
1. Se inicia con un concepto principal, que se coloca arriba
2. Del concepto principal se van uniendo otros conceptos.
3. Las uniones entre concepto es por flechas y a su vez llevan un adjetivo, preposición o palabra, que permita unir ideas entre los conceptos.
4. Los conceptos van encerrados en óvalos, cuadros u otra figura geométrica.



Mapa Conceptual A11 de Evolucionismo



Mapa Conceptual A11 de Evolucionismo con Respuestas



Actividad 12. Ejemplo evolutivo. Ejercicio

Objetivo:	Que el alumno reflexione sobre los cambios que ocurren en una población.
Duración:	50 minutos
Recurso:	Lectura A12. Hitos científicos Plantilla para recortar A12. Polillas de papel (<i>Ver anexo</i>) Cuestionario A12

Desarrollo:	<p>Se entrega la <u>Lectura A12</u> de forma individual y se da 10 minutos para su lectura.</p> <p>Se agrupan a los alumnos por equipos. Cada alumno deberá recortar las polillas de la <u>Plantilla para recortar A12</u> que se le entregará individualmente (5 min)</p> <p>Se extienden sobre el piso del aula tres hojas de periódico y una cartulina negra, esto es para simular diferentes cortezas de árboles.</p> <p>Se coloca al azar las polillas de todos los equipos, se trata de distribuir las de manera homogénea y que no queden amontonadas en un solo lugar.</p> <p>Se realiza en equipo una hipótesis de qué creen que va a pasar con la población de polillas y se escribe en el <u>Cuestionario A12</u>.</p> <p>Un alumno de cada equipo actuará como depredador de polillas, para esto se deberá colocar de espaldas al experimento, volteará rápidamente y tomará todas las polillas que pueda durante 3 segundos, solo utilizará una mano (25 min)</p> <p>Se asigna un alumno para anotar en el pizarrón el total de polillas que obtiene el depredador por cada color de polilla.</p> <p>Por equipo se debe contestar el <u>Cuestionario A12</u> (10 min).</p> <p>Se discuten los resultados de cada equipo de forma grupal (10 min)</p>
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones: El Profesor debe enfocar la discusión final hacia las diferencias entre los individuos de una población y cómo el medio ambiente influye en la supervivencia de las especies.

Referencias: Lectura A12 Texto modificado de Valdivia (2003) y Aldrige (1999).
Mengascini, A. y Menegaz, A. (2005). El juego de las mariposas propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, año/vol. 2, número 003, pp. 403-415.

Lectura A12. Hitos científicos

Hitos científicos

(*Biston betularia*)



Biston betularia es una mariposa del abedul, nocturna, que durante el día descansa en las ramas o troncos de los árboles cubiertos de líquenes de color grisáceo. La población de mariposas está constituida por individuos de color negro y otras de color grisáceo con manchas (ver figura). A mediados del siglo XIX las

mariposas de color gris con manchas eran las más abundantes se calculaban más de 95%, su color les permitía que se confundieran con los líquenes que crecían en los árboles y de esta manera no era tan fácil ser reconocidas por sus depredadores. Sin embargo el auge industrial que se originó a principios de 1800, trajo consigo grandes cambios en el paisaje; los desechos de las fábricas tiñeron de hollín la corteza de los árboles, ésta contaminación mató a los líquenes y ennegreció los troncos. Las mariposas grisáceas se volvieron susceptibles a sus predadores. A través del tiempo en las subsecuentes generaciones el número de mariposas negras inició un considerable aumento, a tal grado que a finales del siglo la proporción de mariposas se había invertido por completo. Ante tal efecto de contaminación el gobierno británico en 1956 aprobó el decreto de limpieza del aire obligando a las fábricas a reducir su contaminación. Desde entonces, el número de mariposas grisáceas manchadas presentes en las áreas industrializadas ha recobrado auge y el número de mariposas negras ha disminuido⁸.

⁸ Texto modificado de Valdivia (2003) y Aldrige (1999).

Cuestionario A12

A continuación realiza las siguientes actividades:

1. Recorta las polillas para tu experimento.
2. Extiende sobre el piso tres hojas de periódico y una cartulina negra, esto es para simular diferentes cortezas de árboles.
3. Coloca al azar las polillas, trata de distribuirlas de manera homogénea y que no queden amontonadas en un solo lugar.
4. Un compañero de cada equipo actuará como depredador de polillas, para esto se deberá colocar de espaldas al experimento, volteará rápidamente y tomará todas las polillas que pueda durante 3 segundos, solo utilizará una mano. Repetir este ejercicio 5 veces.
5. Realiza en equipo una hipótesis de que creen que va a pasar con la población de polillas.

HIPÓTESIS

6. Registrarán los resultados del grupo en la siguiente tabla.

Depredador	Polillas blancas	Polillas negras	Polillas manchadas
1			
2			
3			
etc.			

Para finalizar la actividad contesta el siguiente cuestionario.

- a. ¿Cuántas posibles combinaciones de polillas y entornos (color de la corteza de los árboles) analizaste?
- b. Si las polillas fueran rojas, azules o verdes ¿cómo afectaría estos los resultados de este experimento?
- c. Según los resultados del experimento, ¿qué tipo de polilla sobrevivió en mayor proporción? Explica por qué
- d. ¿Por qué es importante la variación entre los organismos de una población?
- e. ¿Se verificó tu hipótesis?
- f. Utilizando la información proveniente de esta investigación, explica cómo la coloración ayuda a sobrevivir a las tortugas y a los sapos ¿Qué sucede con las cebras? ¿cómo sobreviven?

Plantilla para recortar A12. Polillas de papel



Actividad 13. Evaluación posttest.

Objetivo:	Evaluar el conocimiento aprendido de los alumnos del grupo control y experimental
Duración:	20 minutos
Recurso:	Cuestionario A1. Posttest (<i>ver Anexo 1</i>)

Desarrollo:	<p>Se aplica el <u>Cuestionario A1</u> de forma individual sin ayuda de recursos adicionales o dudas al profesor, dando 20 minutos para el ejercicio.</p> <p>Una vez realizada la evaluación el profesor recoge los cuestionarios y retoma su clase.</p> <p>El profesor podrá realizar el análisis de los resultados del cuestionario comparando qué conceptos y teorías evolutivas mejoró el grupo a partir de la propuesta didáctica.</p> <p>Para el caso particular de esta investigación, los resultados se documentaron y fueron empleados en el Capítulo V Análisis de Datos e Interpretación de Resultados.</p>
--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Debido al objetivo del ejercicio, es muy importante reforzar el mensaje al alumno que esta evaluación es de forma individual y que no forma parte de ninguna evaluación del curso que pudiera afectar su calificación.</p> <p>El evitar el estrés al alumno permitirá el poder detectar las ideas previas que cada alumno tiene de una forma más efectiva.</p>
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias:	Sánchez M. (2000). <i>La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes</i> . Tesis de doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Actividad 14. Evaluación. Reafirmar conocimientos.

Objetivo:	Evaluar después de una semana el conocimiento aprendido de los alumnos del grupo control y experimental
Duración:	20 minutos
Recurso:	Cuestionario A14. Reafirmar conocimientos (<i>ver Anexo 2</i>)

Desarrollo:	<p>Se aplica el <u>Cuestionario A14</u> de forma individual sin ayuda de recursos adicionales o dudas al profesor, dando 20 minutos para el ejercicio.</p> <p>Una vez realizada la evaluación el profesor recoge los cuestionarios y retoma su clase.</p> <p>El profesor podrá realizar el análisis de los resultados del cuestionario comparando qué conceptos y teorías evolutivas mejoró el grupo a partir de la propuesta didáctica.</p> <p>Para el caso particular de esta investigación, los resultados se documentaron y fueron empleados en el Capítulo V Análisis de Datos e Interpretación de Resultados.</p>
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Recomendaciones:	<p>Debido al objetivo del ejercicio, es muy importante reforzar el mensaje al alumno que esta evaluación es de forma individual y que no forma parte de ninguna evaluación del curso que pudiera afectar su calificación.</p> <p>El evitar el estrés al alumno permitirá el poder detectar las ideas previas que cada alumno tiene de una forma más efectiva.</p>
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4 Trabajo de Campo

4.1 Metodología

El diseño de la propuesta didáctica y la metodología empleada para esta tesis, es resultado del trabajo desarrollado durante los cursos de la materia Práctica Docente, perteneciente al programa de la MADEMS (Maestría en Docencia para la Educación Media Superior).

Para lograr los objetivos y de acuerdo a la naturaleza del tema se utilizó la siguiente metodología.

1. Se revisó bibliografía que permitió indagar sobre los principales problemas que existen sobre la enseñanza del tema de evolución, entre los principales autores revisados se encuentran: Serrano (1987), Jiménez (1991), Gené (1991), Guillén (1995), Campos (1999 y 2002), Sánchez (2000), Hernández (2002), Maciel (2005), Rosales (2008), entre otros.
2. Para examinar las ideas previas de los educandos se seleccionaron 10 *items* del trabajo realizado por Sánchez (2000) y se elaboró el Cuestionario 1 donde se evaluaron los siguientes conceptos: variación, mutación, recombinación genética, población, selección natural y adaptación. Cabe señalar, que a las preguntas originales se les hicieron ajustes y modificaciones para facilitar el aprendizaje y se incluyeron imágenes.
3. Un aporte fue que esta investigación confeccionó otro instrumento de evaluación (Cuestionario 2) para evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes después de una semana de haber visto el tema. El instrumento fue evaluado y revisado por expertos.
4. El hilo conductor de esta propuesta didáctica consideró aspectos clave, que a nivel histórico, fueron útiles para la construcción de la teoría de la evolución. Los recursos didácticos y las actividades fueron pensadas para estimularan al estudiante a sentirse parte de su proceso de aprendizaje, y se buscó que los ejemplos utilizados estuvieran al alcance de cada estudiante y que fueran atractivos.

5. Para la aplicación de la propuesta didáctica se eligieron al azar dos grupos del cuarto semestre, del CCH Vallejo y del turno vespertino , el grupo 1 llamado control trabajó el tema con la metodología habitual del docente y el grupo dos llamado experimental trabajó con la propuesta didáctica elaborada en esta investigación.
6. Paralelamente a ambos grupos se les aplicó al inicio el Cuestionario 1 (PRE-TEST) para examinar los conocimientos previos y al finalizar la aplicación de la propuesta didáctica se volvió a aplicar el Cuestionario 1 (POS-TEST) para evaluar los conocimientos aprendidos.
7. Se revisaron y calificaron los cuestionarios (PRE-TEST y POS-TEST) los resultados obtenidos se graficaron por cada *ítem* de ambos grupos (Control y Experimental) y se utilizó la prueba estadística de McNemar para observar si hubo diferencias significativas entre los grupos y entre el antes y después de la aplicación de la propuesta didáctica. La prueba de McNemar proporcionó los valores que permitieron verificar la efectividad de la propuesta. Este mismo procedimiento se siguió para los resultados del Cuestionario 2.
8. Por último, se efectuó el análisis de resultados y las conclusiones, cabe mencionar que se considera que en un próximo trabajo se puede mejorar la propuesta didáctica.

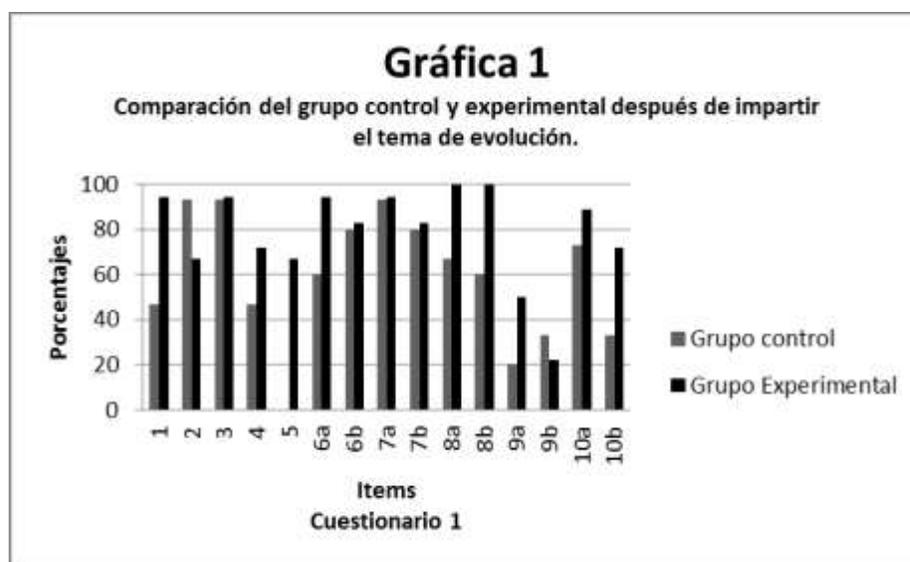
4.2 Análisis de datos e interpretación de los resultados

El cuestionario 1 después de ser aplicado mostró al inicio los conocimientos previos de los alumnos con respecto a los conceptos de selección natural, adaptación, población, variación, mutación y recombinación genética, posteriormente los resultados demostraron si los alumno cambiaron sus respuestas iniciales. Este análisis se llevó a cabo obteniendo la calificación por cada alumno antes y después de enseñar el tema en clase y se obtuvo el promedio de cada grupo.

La Tabla 1 indica el promedio de las calificaciones del Pretest, como se puede observar la evaluación inicial de ambos grupos es baja antes de iniciar el tema. Posteriormente la calificación del Postest muestra que en el grupo control no hay cambios, y en el grupo experimental después de aplicar la propuesta didáctica refleja un aumento de dos puntos, lo cual llega a ser una diferencia significativa.

Tabla 1			
Promedios en calificación entre el antes y después de impartir el tema de evolución para el grupo control y experimental			
Calificación promedio del grupo control en el Pretest.	Calificación promedio del grupo control en el Postest.	Calificación promedio del grupo experimental en el Pretest.	Calificación promedio del grupo experimental en el Postest.
5	5	6	8

Los resultados obtenidos para el cuestionario 1 después de haber presentado el tema de evolución se muestran en la gráfica 1, donde se puede observar que el grupo experimental obtiene para la mayoría de los *ítems* los porcentajes más altos de respuestas correctas, en comparación con el grupo control. Esto revela que los materiales elegidos y la secuencia didáctica propuesta favorecieron positivamente el conocimiento de los conceptos clave.



Para dar solidez a esta tesis también se construyó una tabla de especificaciones de los objetivos que se persiguen en cada reactivo y a continuación se detalla:

# ítem	Objetivos
1	En este reactivo se busca que los alumnos identifiquen la variación que existe dentro de los individuos de una población. Que reconozcan que los procesos de mutación y recombinación genética son eventos que propician estas diferencias.
2	Los alumnos identificarán la variación intrapoblacional así como el concepto de tiempo, ya que deben reconocer que a través de las generaciones ciertas características se mantienen y permiten a la especie adaptarse al medio en el que vive.
3	Este es un reactivo donde el alumno es capaz de identificar que las variaciones genéticas, la supervivencia y reproducción diferencial son parte indispensable para comprender que es la Selección Natural.
4	El objetivo de este reactivo es que el educando visualice el proceso de la herencia, reconozca que hay genes que propician a los individuos características morfológicas, fisiológicas y conductuales que son exclusivas de cada individuo, lo cual permite que en una población haya variaciones.
5	Este reactivo nos permitirá observar si los alumnos son capaces de integrar los conceptos estudiados para lograr identificar una explicación lamarckiana de una darwiniana.
6	Este tipo ítem fue seleccionado ya que permite a los alumnos razonar y analizar la primera parte de la pregunta para poder después explicar las específicas de la segunda parte de la pregunta. Ya deben tener los educandos una integración de los conceptos que explican el proceso evolutivo.
7	En general para explicar el proceso evolutivo se hacen con ejemplos del reino animal, este ítem intenta familiarizar a los educandos con otro tipo de reino.
8	Es un ítem de aplicación donde se busca que el alumno pueda distinguir entre una explicación darwiniana o lamarckiana y debe relacionar la causa con una consecuencia evolutiva como la extinción.
9 y 10	Nuevamente estos reactivos son de aplicación donde se busca que el alumno pueda distinguir entre una explicación darwiniana o lamarckiana y debe relacionar la causa con una consecuencia evolutiva.

Para ampliar el análisis de resultados y buscar si hay diferencias significativas entre las frecuencias del antes y después de cada *ítem* de cada grupo, se aplicó una prueba estadística de MacNemar. Los resultados obtenidos muestran que para el grupo control (Tabla 2) los *ítems* 2 y 7 presentan diferencias significativas indicando que la frecuencia de respuesta correcta cambia del antes y después, mientras que para los *ítems* 1, 3, 4, 6, y 10 no hay cambios significativos después de estudiar el tema. Los demás *ítems* (5, 8 y 9) no presentan diferencias o en su caso presentan diferencias negativas entre el antes y después. Ver gráfica porcentual de cada reactivo. Anexo 3.

Tabla 2			
Análisis de resultados con el estadístico de McNemar del grupo control del Pretest y Postest.			
# Ítem	χ^2_c	Probabilidad	Significancia/ Valor de Z
1	1.000	0.31	ns
2	3.5714	0.05	s
3	1.000	0.31	ns
4	1.000	0.31	ns
5	0	1.00	0
6	1.000	0.31	ns
7	6.000	0.01	s
8	0.0	1.00	0
9	0	1.00	0
10	1.800	0.17	ns

Significativo para $\alpha=0.05$,

s: significativo, ns: no significativo y 0 ninguna discriminación.

Para el grupo experimental Tabla 3 los resultados obtenidos en la prueba de MacNemar muestran que los *ítems* 4, 5 y 10 presentan diferencias significativas, la frecuencia de respuesta correcta cambia del antes y después, mientras que para los *ítems* 1, 2, 6, 7, y 9 no hay cambios significativos después de estudiar el tema. Los demás *ítems* (3 y 8) no presentan diferencias entre el antes y después, sin embargo es importante señalar que estos reactivos fueron contestados bien desde un principio. Ver gráfica porcentual de cada reactivo. Anexo 3.

Tabla 3			
Análisis de resultados con el estadístico de McNemar del grupo experimental del Pretest y Postest.			
# Ítem	χ^2_c	Probabilidad	Significancia/ Valor de Z
1	0.333	0.56	ns
2	3.000	0.08	ns
3	0.000	1.00	0
4	8.000	0.004	s
5	6.000	0.01	s

6	0.333	0.56	ns
7	1.800	0.17	ns
8	100	100	0
9	0.2000	0.65	ns
10	7.000	0.008	s

Significativo para $\alpha=0.05$,

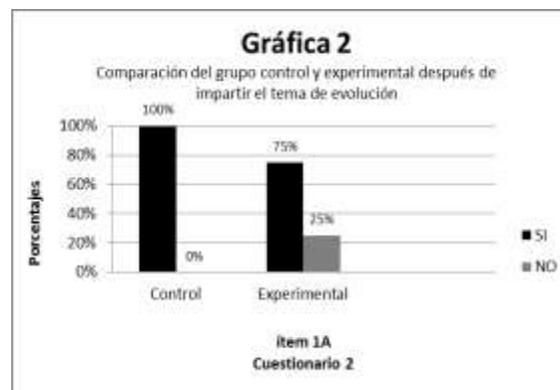
s: significativo, ns: no significativo.

Para corroborar la efectividad de la propuesta didáctica una semana después se aplicó el cuestionario número 2, y el promedio de cada grupo fue el siguiente: para el grupo control fue de 5.2 y para el grupo experimental de 6.2, nuevamente el resultado indica que la propuesta de alguna forma influyó positivamente en el conocimiento de los alumnos y que perduró.

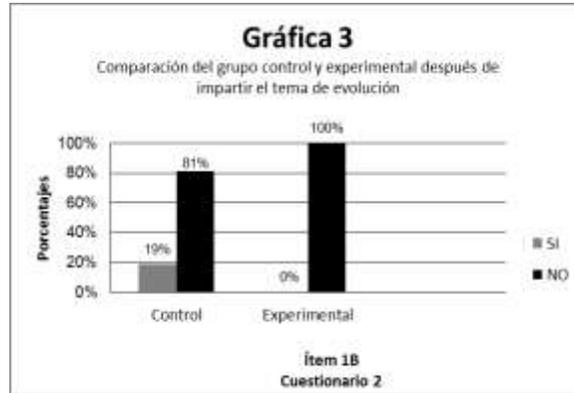
Estos resultados muestran que la propuesta didáctica permite que el alumno identifique el origen de las variaciones y que es capaz de reconocer que son procesos azarosos y que no es un proceso dirigido hacia las necesidades de los individuos de una población (azaroso en el sentido de que las mutaciones no surgen para ser útiles en el proceso evolutivo). Por consiguiente, el educando también fue capaz de distinguir a la recombinación genética como otra fuente de variación.

Por otro lado, se observó que los alumnos pudieron identificar el papel de las variaciones en el proceso evolutivo y observaron que estas variaciones entre los individuos de una población permiten tener supervivencia y reproducción diferencial: Selección Natural. Con respecto a los cambios genéticos que ocurren al azar en el genoma de los individuos de una población los alumnos pudieron identificar que estos cambios son heredables a los descendientes y que esto es importante para que la especie evolucione, se familiarizaron con los conceptos de población y adaptación, y aplicaron el conocimiento aprendido en reactivos que presentan una problemática como se puede ver en los *ítems* 6,7,8, 9 y 10, estos ayudaron a que los educandos pudieran analizar, razonar y reflexionar en la respuesta, de esta manera se promovió a que aprendieran a relacionar la información con el proceso de evolución.

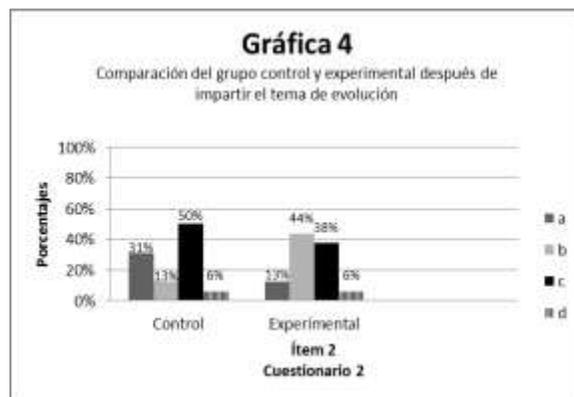
La información obtenida del cuestionario 2 permitió identificar los conceptos que adquirieron y perduraron de cierta forma en los alumnos y la utilizaron para resolver algunos casos sobre el tema de evolución, después de una semana de haber estudiado el tema. Dentro de los principales comentarios que se puede hacer es que para los educandos es difícil reconocer las variaciones morfológicas dentro de los organismos de una misma población, ya que piensan que al ser de la misma especie y estar en un mismo medio ambiente todos deben compartir las mismas características significando igualdad entre todos los individuos. Sin embargo con la estrategia didáctica que se aplicó un 25% de los alumnos del grupo experimental pudieron reconocer que sí hay diferencias entre los individuos de una misma población en comparación con el grupo control que nadie las reconoce. Ver gráfica 2.



Otro rasgo importante que se debe señalar es que, si bien no identifican las características morfológicas intrapoblacionales, los alumnos sí son capaces de reconocer que los individuos de una población no son iguales genéticamente y que estas diferencias provienen de alteraciones genéticas como las mutaciones, o la recombinación genética. Se observó que la estrategia aplicada al grupo experimental otorgó herramientas, para comprender las diferencias genotípicas a diferencia del grupo control, ya que el 100% del grupo control contestó correctamente esta pregunta. Ver gráfica 3.

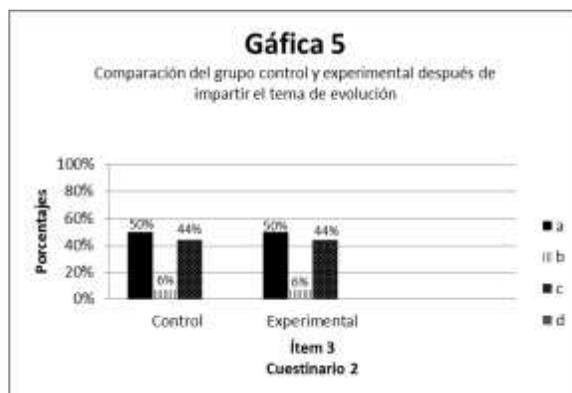


Un problema que se detectó durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de evolución es que hay una gran dificultad por parte de los alumnos para distinguir diversidad de variación. Es interesante observar que el concepto de variación para los alumnos es la diversidad de variedades que tiene una especie, o la gran cantidad de especies que se encuentran en un ecosistema. Observar gráfica 4. Es importante señalar que el 50% de los alumnos del grupo control saben bien la respuesta correcta en comparación al grupo experimental que sólo la reconoce un 38%. Estos resultados nos indican que se debe trabajar y elaborar más materiales didácticos que permitan al alumno trabajar sobre estas distinciones.

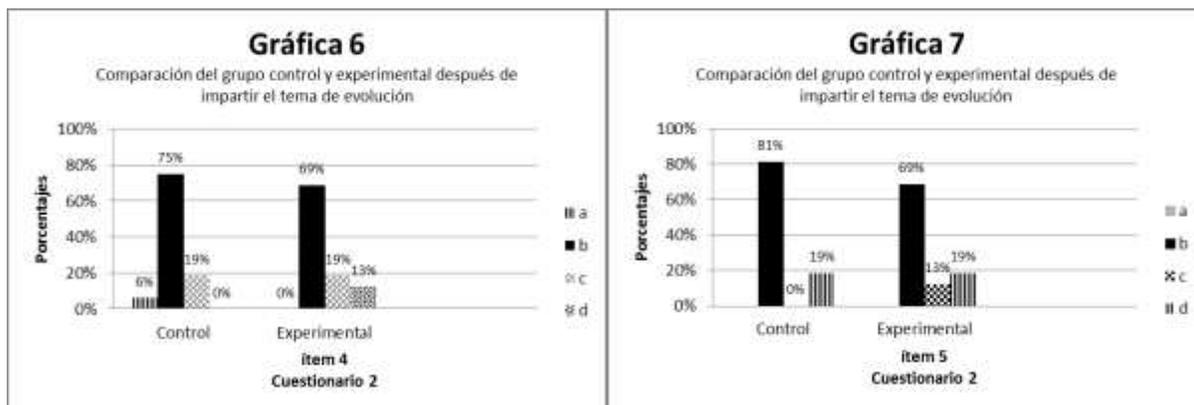


Al reconocer que es difícil para los alumnos distinguir el concepto de variación la pregunta tres demostró que también es difícil para los alumnos diferenciar las variaciones genética, molecular, genotípica, fenotípica, fisiológica y morfológica. Ver gráfica 5, los resultados muestran que la respuesta C que es

incorrecta tiene un alto porcentaje para ambos grupos. Estos resultados nos indican que se debe trabajar y elaborar más materiales didácticos que permitan al alumno trabajar sobre estas distinciones.

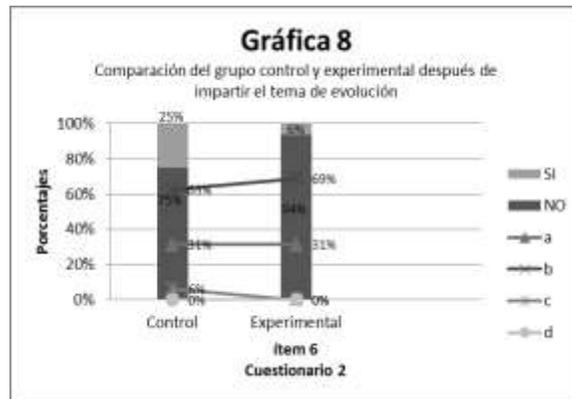


Algo que resalto en este trabajo es la importancia de las imágenes, como se puede observar la pregunta 2 y 3 son completamente teóricas y los resultados muestran dificultad para ser contestadas, por otro lado, las preguntas 4 y 5 donde se puso una imagen para referirse al concepto tuvo mejor porcentaje de respuesta en ambos grupos, y esto indica que al parecer una representación visual mejora el aprendizaje y ayuda a reducir la abstracción de los conceptos. Ver gráfica 6 y 7.



Lo que la propuesta didáctica plantea es aprender los conceptos que están implicados en el proceso de evolución a partir de ejemplos y casos, sin caer en la teorización, para que los alumnos analicen y razonen, y pueda quedar estos conocimientos para resolver otros problemas, tal es el caso de la pregunta 6 del

cuestionario 2, la cual nos indica que después de una semana el alumno es capaz de resolver positivamente un problema, revelando que la estrategia ayuda al cambio conceptual. Ver gráfica 8.



Por último, se puede decir que cuando se hacen preguntas abiertas como la número 8 del cuestionario 2, se extrae más información sobre los problemas o aciertos que presentan los alumnos para contestar. Esta pregunta nos permitió notar que los alumnos ya son capaces de explicar el evento por variaciones genéticas que son heredables y que favorecen la supervivencia y la reproducción diferencial.

Aunque el tiempo para enseñar evolución es muy corto en el programa de estudios del CCH y algunos de los conceptos presentan problemática de abstracción, se puede decir que la propuesta didáctica es apropiada para el tema y los resultados indican una transformación en el pensamiento y conocimiento de los alumnos, también es importante enfatizando que cuando los procesos de enseñanza son planeados y llevados progresivamente se pueden obtener una mayor efectividad en los educandos.

Ciertamente, darle un alto grado de participación a los estudiantes, mejora significativamente la eficacia de la educación. El que los alumnos puedan socializar su conocimiento, mejora su desarrollo cognitivo, y la relación con sus pares favorece el reforzamiento de los conocimientos.

5 Conclusiones

Para adquirir un aprendizaje significativo son importantes dos componentes, la elección de conceptos clave para el tema, y la elaboración de actividades con un componente explicativo. Al ser utilizados en este trabajo estos dos componentes, los resultados mostraron que los educandos comprendieron y adquirieron conocimientos suficientes de algunos conceptos que giran alrededor del concepto principal de Evolución, y que fueron capaces de utilizarlos para resolver problemas y actividades. Las estrategias de enseñanza y la secuencia didáctica realizadas permitieron que los alumnos encontraran significatividad en cada concepto, y como menciona Guillén (1994) *“la presentación de conceptos integrados son la clave para la correcta enseñanza de la evolución y la herencia”*, mecanismo considerado y llevado a cabo con éxito en esta tesis.

Considero importante mencionar que al enseñar con fundamentos y teorías constructivistas, permiten establecer objetivos y propósitos consiguiendo que los educandos relacionen los conceptos y el contenido científico (de alguna manera abstracto) con la realidad y la cotidianidad.

Se puede decir que para aprender ciencias se requiere de la reconstrucción del conocimiento científico en el aula con la ayuda de estrategias de enseñanza que apoyen al docente y que contengan elementos de organización, gestión, comunicación y de efectividad para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esta investigación permitió apreciar el valor del constructivismo para el proceso de enseñanza-aprendizaje, resaltando sobre todo la visión del aprendizaje significativo y cognitivo que a su vez se completó con la perspectiva social que ocurre en un aula escolar. A partir de estas visiones el alumno construyó su propio conocimiento, compartió sus ideas, dialogaron con otros compañeros e hicieron valiosas contribuciones al grupo en general, esto permitió el aprendizaje del tema de evolución.

En cuanto mayor sea el valor de significatividad del aprendizaje obtenido, mayor será su funcionalidad para que el estudiante pueda relacionarlo con nuevas situaciones y contenidos.

Una característica del proceso de enseñanza aprendizaje es que en pocas ocasiones se atiende la diversidad de los alumnos y los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje que se tienen en el aula; por ello es que este trabajo buscó una propuesta didáctica y estrategias de enseñanza motivacionales y de interés para los alumnos que le posibilitaron alcanzar los objetivos. Las imágenes, los mapas conceptuales, las visitas extracurriculares, los cuadros comparativos, las redes semánticas, las lecturas, la exposición y las demás actividades, fueron fundamentales para atender la diversidad y el proceso cognitivo.

Después de realizar la investigación de las teorías pedagógicas, entiendo al constructivismo como una corriente no acabada, sino como un punto de partida, donde el ser humano construye la realidad, no la copia.

Con base a esta interpretación, el docente debe tomar en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes como punto de partida para establecer puentes que generen verdaderos aprendizajes significativos, recordando que existe una fuerte resistencia a modificar nuestras ideas sobre cualquier fenómeno (parafraseando Carretero, 2009, p. 73)

Sin embargo, como menciona Giordan, (1987) la evolución de los nuevos conceptos adquiridos por el alumno es lento, necesita mucho tiempo y detenerse en muchos puntos, a lo que el autor propone que en el aprendizaje metodológico debe desarrollarse en paralelo a las variables permanentes que sean necesarias, ya que algunos conceptos que dan sentido a otro concepto deben ser modificados al mismo tiempo para tener una mejor comprensión.

Por otro lado, la Unidad didáctica del programa de Biología II del CCH presenta un reto ya que dedica 40 horas para el tema de Evolución y la cantidad de temas y el tiempo asignado muestra una saturación de conceptos a ser aprendidos en un corto plazo.

La propuesta didáctica presentada en esta tesis demostró que al seguir una teoría como la de Reigeluth, Ch. (2000) se logra una eficiencia en el tiempo gracias a una selección de conceptos categorizándolos de los general a lo particular.

Coincido con Knut (2000, p. 14) al afirmar que debemos simplificar el currículo para concentrarnos más en el desarrollo de habilidades de aprendizaje en nuestros estudiantes, lo cual es uno de los objetivos que persigue el constructivismo y que ayuda a que estos se formen como verdaderos seres integrales para desenvolverse posteriormente en el mundo social y laboral.

Cabe el mencionar y reconocer que en los últimos años, la UNAM y en particular el CCH, han venido trabajando en el fortalecimiento de sus programas de estudio en materias de conocimiento científico, fomentando el conocer cómo hacer ciencia y cuál es la naturaleza de la misma. Esto es un terreno fértil y a la vez un reto para los profesores de Biología a nivel medio superior ya que la comprensión de la teoría de la evolución está íntimamente ligada con el entendimiento de la naturaleza de la ciencia.

Los resultados aquí presentados, contribuyen a reflexionar sobre la aceptación que tiene la enseñanza de la teoría de la evolución en México, a diferencia de los Estados Unidos; por ejemplo Moore (2009) comenta en su conclusión *“porcentajes sorprendentemente altos de los profesores de biología de las escuelas en los Estados Unidos a nivel medio superior, continúan enseñando creacionismo, y el resultado de esta enseñanza son alumnos preparados para omitir un principio fundamental de la biología moderna. Esta negligencia educativa niega a los estudiantes una apreciación de la naturaleza de la ciencia, contribuye a sostener la popularidad del creacionismo en el público, y engaña a los alumnos del entendimiento de una de las grandes ideas en la historia”*. Y refiere que numerosos estudios documentan que de un 20 a un 40 % de los maestros en E.U. incluyen creacionismo en sus clases u omiten el tema de evolución dentro de sus cursos.

Es por ello que podemos atribuir a nuestro país un triunfo en la educación laica y en particular a nuestra casa de estudios UNAM por contribuir con el pensamiento científico y sobre todo evolutivo, además es de gran reconocimiento la preocupación que ha mostrado por profesionalizar y actualizar al cuerpo docente de la educación media superior con programas como la MADEMS, que brindan herramientas de enseñanza aprendizaje para facilitar el conocimiento científico.

La metodología utilizada que se detalla en el capítulo IV permitió corroborar la efectividad de la propuesta didáctica para este trabajo. Se elaboraron dos cuestionarios que se aplicaron antes y después de enseñar el tema de evolución con el propósito de conocer los conceptos previos de los estudiantes y analizar posteriormente si existieron cambios en su forma de pensar. Los dos grupos elegidos fueron del CCH Vallejo, turno vespertino, uno de los grupos fue elegido al azar y el maestro a cargo impartió el tema de evolución de acuerdo a sus propias estrategias de enseñanza, en el otro grupo se aplicó la estrategia que se diseñó para esta tesis.

Los resultados del trabajo de campo demostraron que la propuesta didáctica en general, propició que el alumno pudiera aplicar los conceptos en algunos ejemplos, y a su vez condujo a que el estudiante fuera más analítico y reflexivo para comprender la importancia de la genética. Repensaron en torno a la idea de que los conceptos son complementarios entre ellos y que en conjunto consolidan la explicación de la Teoría Sintética.

Finalmente, como señala Galicia (2005) “la enseñanza-aprendizaje de una disciplina científica, requiere de una serie de condiciones y requisitos, tanto materiales como sociales e intelectuales, que permitan no sólo el acceso al conocimiento científico actual, sino que, además, se generen las condiciones para producir nuevos conocimientos para enfrentar los complejos problemas de la sociedad globalizada del siglo XXI”. Por otro lado, Galagovsky y Adúriz (2001) dicen que una de las bases del éxito del proceso de enseñanza aprendizaje en

ciencias puede radicar en saber relacionar suficientemente los conceptos y contenidos abstractos con la realidad concreta y cotidiana.

Queda mucho por investigar en el campo de integración de las teorías pedagógicas en los temas de biología a nivel medio superior. En el caso particular de la Unidad que se seleccionó en esta tesis, algunos de los conceptos que se podrían retomar son fenotipo, genotipo, gen, cromosoma, cambio, generación, ancestro común, diferencia entre variación y diversidad y tiempo geológico. Estos conceptos también causan confusión en la población estudiantil y se podría proponer que a través de los semestres existan estrategias de aprendizaje que permitan una continuidad con un estilo de espiral como el planeado por Bruner, para que el alumno pueda reconstruir y reafirmar dichos conceptos.

Bibliografía

- Albadalejo, C. y Lucas, A. (1988). *Pupil's meanings for "mutation"*. Journal of Biological Education, 22, 215-219.
- Aldridge, B. (1999). *Ciencias Interactivas*. Editorial Mc Graw Hill, México.
- Alexander, P. (1992). *Biología*. Editorial Prentice Hall, New Jersey.
- Ausubel, et al. (1983). *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas, México, Reimpresión 2009.
- Ayala, F. (1983). *La evolución en acción. Teoría y procesos de la evolución orgánica*. Editorial Alhambra, México.
- Barrón Ruíz, Ángela. (1997). *Aprendizaje por descubrimiento. Análisis crítico y reconstrucción teórica*. Amerú Ediciones, Salamanca.
- Bello, S. (2004). "*Ideas previas y cambio conceptual*". Educación Química, 15 (3), 210-217.
- Bishop, B. y Anderson, A. (1990). *Student conception of natural selection and its role in evolution*. Journal of Research in Science Teaching, 27 (5), 415-427.
- Bolívar, R. (2003). "*Reflexiones y sugerencias sobre la función del profesor de nivel medio superior*". Innovación Educativa, 3(16), 51-55.
- Brumby, M. (1979). *Problems in learning the concept of natural selection*. Journal of Biological Education, 13(2), 119-122.
- Brumby, M. (1984). *Misconceptions about the concept of Natural Selection by Medical Biology Students*. Science Education, 68 (4), 493-503.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Nueva York, Random House.

- Brunner, J. (2006). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Editorial Alianza.
- Calero, P. (2008). *Constructivismo Pedagógico. Teorías y aplicaciones básicas*. Editorial Alfaomega, México.
- Campos, et al., (1999). "La organización conceptual de alumnos de sexto grado de educación básica acerca del concepto de evolución". *Revista intercontinental de psicología y educación*, I (1 y 2), 39-55.
- Campos, et al., (2002). "Dinámica de la construcción de conocimiento científico sobre la teoría sintética de la evolución en el aula pre-universitaria". *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, IV (2), 21-33.
- Carretero, M. (2000). *Constructivismo y educación*. Editorial Progreso, México, primera reimpresión.
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Editorial Paidós, Buenos Aires.
- Carretero, M. y Limón, M. (1997) "*Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la Práctica*", en: M. J. Rodrigo y J. Arnay (Eds.): *La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate*, Paidós, Barcelona.
- Castella, J., Comelles, S. y Vila, M. (2007). *Entender (se) en clase*. Barcelona, Graó.
- Cervantes, M. y M. Hernández. (2000). *Biología General*. Sexta Impresión, Publicaciones Cultura, México.
- Clark, C. y Mayer, R. (2007). *E-learning and the Science of Instruction: Proving Guides for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Nueva York, John Wiley & Sons, Inc.
- Coll, C., (1997). *¿Qué es el constructivismo?* Editorial Magisterio del Río de la Plata. Argentina.

- Coll, C., Martín E., Miras M., Onrubia J., Solé I., Zabala A. (1999). *El constructivismo en el Aula*. España, Graó.
- Colegio de Ciencias y Humanidades (1996). *Programas de estudio de Biología I a IV*. UNAM-CCH.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes: para un aprendizaje significativo*. Editorial McGraw Hill, México.
- Deadman, J. y Kelly, P. (1978). *What secondary boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics*. J. Biol. Education, 12, 7-15.
- Draghi, C. (2003). "Docentes aplazados en evolución". *Exactamente*, año 10, num.27, octubre, 42-45.
Disponible: <http://www.fcen.uba.ar/publicac/revexact/exacta27/pagin42.jpg>.
- Engel, E.C. y Wood-Robinson, C. (1985). *Children's understanding of inheritance*. Journal Biological Education, 19 (4), 304-310.
- Galagovsky, Lydia y Adúriz-Bravo, Agustín. 2001. *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico*. Enseñanza de las Ciencias, 19 (2), 231-242.
- Gené, A. (1991). "Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto". Enseñanza de las Ciencias, 9 (1), 22-27.
- Gil, D. (1983). "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias". Enseñanza de las Ciencias, 1 (1), 26-33.
- Gillén, F. (1994). "El nuevo enfoque en la enseñanza de la biología en secundaria". Ciencias, 45, 247-262.
- Guillén, F. (1995). "Problemas asociados a la enseñanza de la evolución en secundaria. Algunas sugerencias". Ciencia, 46, 23-31.

- Giordan, A. (1987). "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje". *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 105-110.
- Hackling, M.W., & Treagust, D.F. (1984). *Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula*. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 197–209.
- Hernández, R. (2002). *La historia en la enseñanza de la teoría de la selección natural*. Tesis de doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Hoagland, M, B. Dodson y J. Hauck. (2001). *Exploring the way life works. The science of biology*. Jones and Bartlett Publishers, Inc, U.S.
- Jungwirth, E. (1975). *Preconceived adaptation and inverted evolution (a case study of distorted concept formation in high school biology)*. *Australian Science Teacher Journal*. 21, 95-100.
- Jiménez, A. (1991). "Cambiando las ideas sobre el cambio biológico". *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 248-256.
- Jiménez, L. (Coordinador). (2007). *Conocimientos Fundamentales de Biología*. Volumen II Editorial Pearson y UNAM, México.
- Kargbo, D. B., Hobbs, E. D., & Erikson, G. L. (1980). *Children's belief and inherited characteristics*. *Journal of Biological Education*, 14, 137-146.
- Knut, W. (2000). *La educación en Centro América: Reflexiones en torno a sus problemas y potencial*.
- Disponible: http://ca2020.fiu.edu/Themes/Knut_Walter/Walter.pdf
- Lugo González, A. (s/a). *El constructivismo ¿una teoría, una moda, un discurso o un modo de vida?*
- Disponible: www.alfredolugo.net/docs/EL%20CONSTRUCTIVISMO.doc
- Longden, B. (1982). *Genetics – Are there inherent learning difficulties?* *Journal of Biological Education*, 16(2), 135-140.

- Maciel Magaña, S. (2005). *Concepciones sobre evolución biológica de estudiantes de la licenciatura en educación primaria de la Benemérita Escuela Nacional de Maestros*. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Mayer, R. (2004). *Psicología de la Educación. Enseñanza para un aprendizaje significativo*. Vol. 2, Madrid, Pearson.
- Mengascini, A. y Menegaz, A. (2005). *El juego de las mariposas propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, año/vol. 2, número 003, pp. 403-415.
- Meyer, L. (1994). *Los libros de texto de ciencias ¿son comprensibles?*. En C.M. Santa y D. Alvermann (Comp), Una didáctica de las ciencias. Procesos y aplicaciones. Buenos Aires, Aique.
- Moore, R y Cotner, S. (2009). "Educational Malpractice: The Impact of Including Creationism in High School Biology Courses". *Evo. Edu Outreach*, 2, 95-100.
- Pimentel, P. (2005). *Metodología Constructivista. Guía para la planeación docente*. Editorial Pearson. México.
- Porta, S. (2007). *Las ideas previas y las situaciones de enseñanza*. Disponible: http://www.quehacereducativo.edu.uy/docs/14cc07c3_86-028.pdf
- Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. (2011). Estado de la Educación. San José. Costa Rica.
- Ramírez, J. y Andrea Reyes. (2003). *Manual de prácticas de Biología*. Editorial Pearson, México.
- Reigeluth, Ch. (2000). *La teoría elaborativa: orientación hacia la toma de decisiones sobre el alcance y la secuenciación*. En: Diseño de la instrucción, teorías y modelos. Madrid: Aula XXI Santillana, vol. 1, cap. 18, p.p. 449-479.

- Reiss, M. (1985). *The unit of natural selection: groups, families, individuals, or genes?* Journal of Biological Education, 19 (4), 287-292.
- Rosales Flores, E. (2008). *El zoológico de San Juan de Aragón como espacio para la enseñanza–aprendizaje de la biología evolutiva*. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sánchez M. (2000). *La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes*. Tesis de doctorado (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Sánchez Mora, M. del Carmen. (2001). “*Hacia la alfabetización científica*”. Revista Educación. (México), no. 115, pp. 32-37.
- Santrock, John. (2006). *Psicología de la Educación*. Editorial MacGraw Hill.
- Sanz, T. (2007). “*El reto de enseñar evolución: uso de ejemplos cercanos al alumnado*”. Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva, 2 (2), 69-73.
- Serrano, T. (1987). *Representaciones de los alumnos en biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula*. Enseñanza de las Ciencias, 5 (3), 181-188.
- Shayer, M. y Adey, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias*. Ed. Narcea, Madrid.
- Suárez, Z. (2012). *Constructivismo en educación: ilusiones y dilemas*. Revista CAES. (Costa Rica), Vol. 3, no. 1, pp. 25-42.
- Valdivia, B., (2003). *Biología. La vida y sus procesos*. Editorial Publicaciones Cultura, México.
- Vera, N., Pimentel, C.E. y Bastida. A. (2005). *Redes semánticas: aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos*. Revista Ra Ximhai, vol. 1, no. 003.

Anexos

Anexo 1 Cuestionario A1 Pre-test y Postest

Universidad Nacional Autónoma de México

Colegio de Ciencias y Humanidades

Nombre: _____

Semestre: _____

Fecha: _____

Indicaciones. Este instrumento consta de tres secciones y no tiene fines de calificación, su objetivo es para conocer lo que sabes sobre evolución, por favor, contesta lo siguiente.

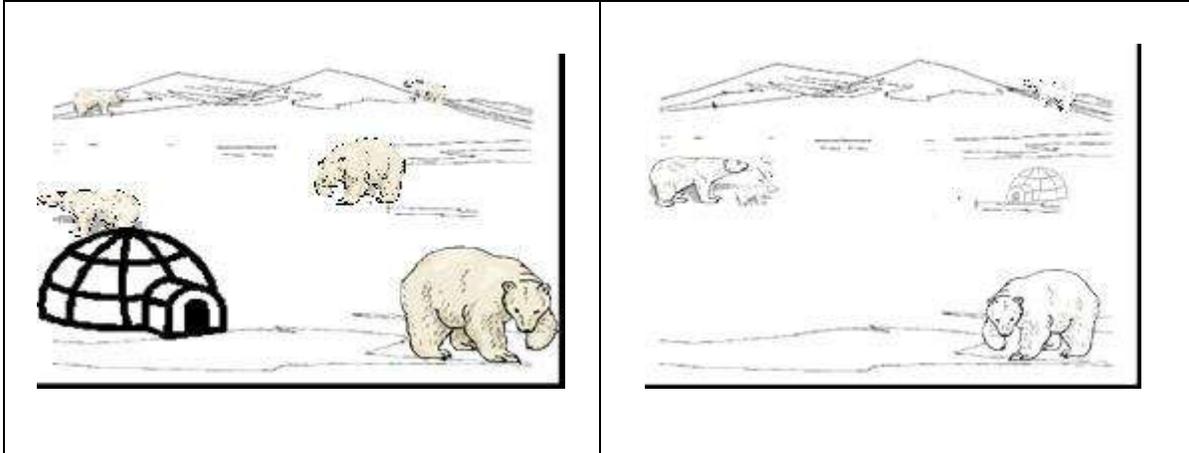
Sección 1

Instrucciones para contestar: Elige entre las dos respuestas (a o b) la que le de continuidad al párrafo principal de acuerdo a tus conocimientos.

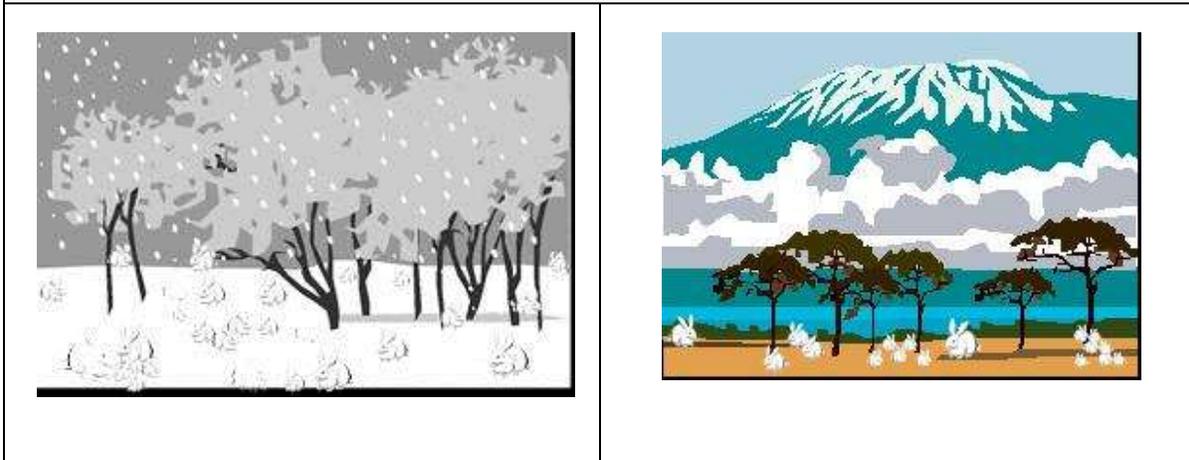
1. En la población de conejos primitivos de Siberia había individuos en su mayoría de pelo oscuro, actualmente el número de conejos blancos es mayor en la población, debido a ...
 - a) que en las poblaciones de conejos primitivos por necesidad, cambiaron de color para confundirse con el ambiente nevado.
 - b) que en los conejos primitivos hubo cambios en el material genético, que en un momento dado le permitió sobrevivir en un ambiente nevado.



2. En las poblaciones de osos polares ancestrales, predominaban los individuos de pelo oscuro, como
- a) resultado de vivir en la nieve y por las mutaciones que dan origen al pelo blanco, actualmente la población tiene individuos de pelo blanco.
 - b) resultado de cambios o mutaciones en la población de osos ancestrales, actualmente los individuos de la población son de pelo blanco.



3. Si una población de conejos Siberianos de pelo blanco fuera llevado a vivir en lugar sin nieve ...
- a) el índice de supervivencia aumentaría porque los conejos desarrollan poco a poco pelo oscuro para confundirse con el nuevo ambiente.
 - b) el índice de supervivencia sería muy bajo ya que serían encontrados fácilmente por sus depredadores.



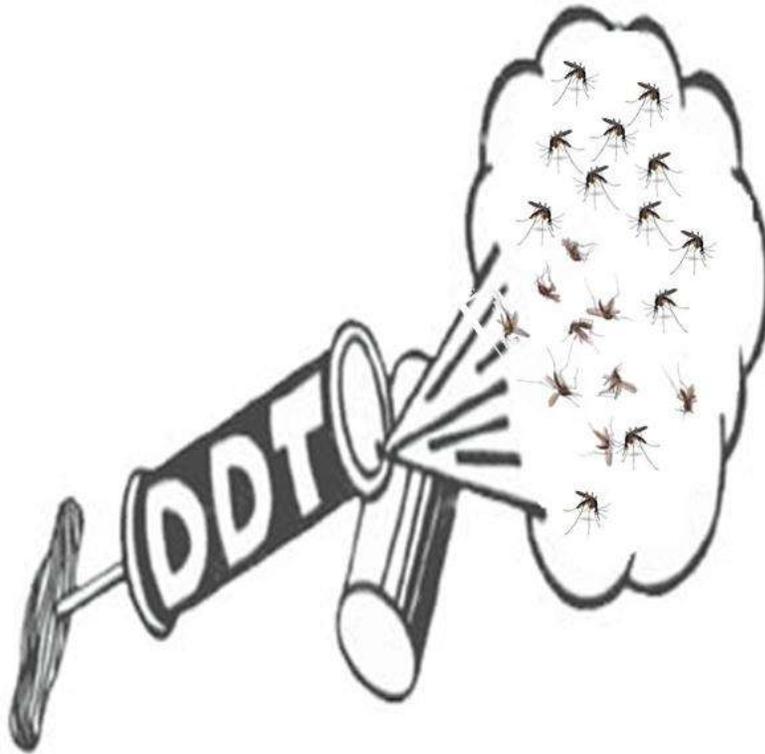
Sección 2

Instrucciones para contestar: En los siguiente ejemplos, marca con una **X** una de las opciones que pueda explicar lo que paso en cada caso

4. Los chitas son animales capaces de correr a más de 100 km/hr al perseguir a sus presas.
¿De qué manera explicarías cómo surgió esa habilidad para correr tan rápido, si se supone que los ancestros de los chitas corrían tan sólo a 30 km/hr?
- a) Las generaciones de chitas pudieron correr cada vez más rápido porque ejercitaban mucho sus patas
 - b) Como sus presas eran muy veloces, los chitas corrieron cada vez más rápido
 - c) Algunos chitas que podían correr más rápido heredaron esta característica a sus hijos y fueron los que sobrevivieron
 - d) Debido a que los chitas corrían cada vez más rápido, desarrollaron músculos mejores.
 - e) Otra _____



5. Cuando se empezó a usar el DDT, casi todos los mosquitos morían. Actualmente, muchas poblaciones de mosquitos resisten el DDT porque:
- a) Los mosquitos fueron desarrollando poco a poco resistencia al DDT, heredándosela a sus hijos, los que a su vez fueron más resistentes al DDT que sus abuelos.
 - b) La Naturaleza dotó a los mosquitos de resistencia al DDT.
 - c) Algunos mosquitos aprendieron a adaptarse al DDT.
 - d) Algunos mosquitos eran resistentes al DDT antes de que éste se empezaran a usar y heredaron a sus descendientes esta característica.
 - e) Otra _____



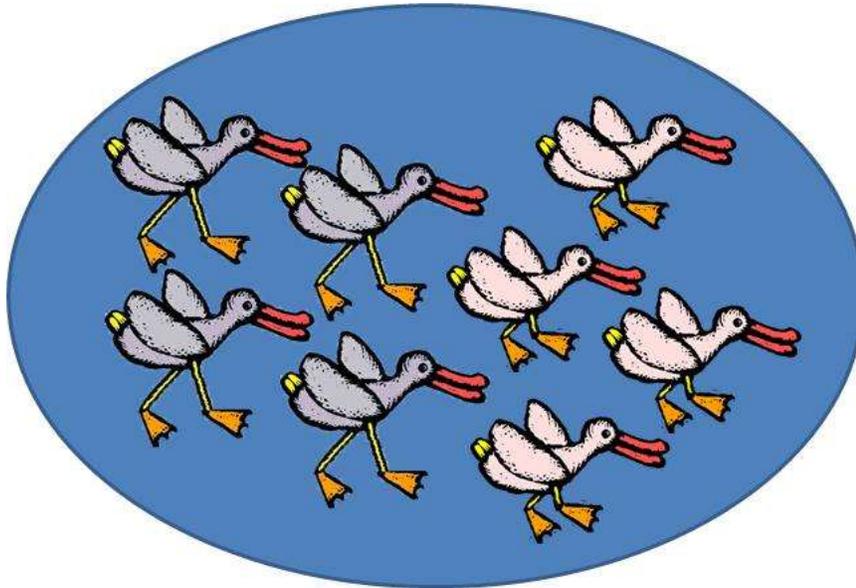
Sección 3

Instrucciones para contestar: Cada una de las preguntas contiene dos partes. En la primera parte elige una opción que complete mejor la frase y márcala con una **X**. En la segunda opción tendrás que seleccionar la razón por la que elegiste la respuesta de la primera parte, nuevamente tacha con una **X** una de las opciones que explique mejor tu primera elección.

6. En una cierta población de aves donde predominan individuos de patas largas, se ha observado que éstas tienen mayor facilidad de alimentarse en zonas inundadas. Si se transporta a una parte de esta población a una isla remota llena de lagos y pantanos:
- a) Algunas aves vivirían y otras morirían
 - b) Las aves desarrollarían poco a poco patas largas

PORQUE:

- a) Las patas de todas las aves cambiarán lentamente hasta que ayudarán mejor a la alimentación.
- b) Las pocas aves que tuvieran patas largas sobrevivirán y se reproducirán
- c) Las patas de cada ave cambiarán de la misma manera puesto que todas las aves están relacionadas entre sí.



7. Una población de pinos vive en un área que ha tenido varios años de verano muy calientes y secos. Si los veranos continúan así en el futuro, se esperaría que:
- a) Algunos pinos sobrevivieran, pero otros murieran por la sequía.
 - b) Todos los pinos se adaptaran al clima seco.

PORQUE:

- a) Las necesidades de sobrevivir a los veranos causará que los pinos desarrollen formas de evitar la sequía.
- b) Algunos pinos tienen la capacidad de conservar mejor el agua y sobrevivir a la sequía
- c) Los pinos lograrán soportar el clima cálido y seco y sobrevivir a la sequía



8. En una población de lagartijas algunas tienen la piel verde, mientras que otras la tienen amarilla. En el lugar donde viven estas lagartijas, hay pastos con hojas verdes y otros con hojas amarillos. Hace poco una enfermedad atacó a los pastos amarillos y acabó con ellos. El efecto que tendrá la desaparición de los pastos amarillos sobre las lagartijas, es que:

- a) Las lagartijas amarillas perderán poco a poco su color
- b) Aumentará la proporción de lagartijas verdes

PORQUE:

- a) las lagartijas verdes tendrían mayor posibilidad de escapar a sus depredadores
- b) las lagartijas se irán adaptando a los cambios ambientales
- c) para sobrevivir, las lagartijas cambian de color su cuerpo.

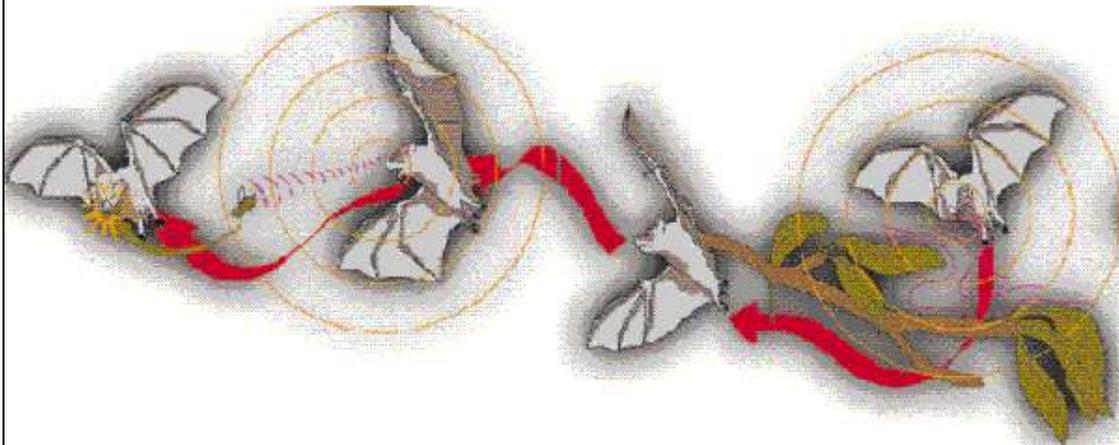


9. Los murciélagos que se alimentan de noche tienen un agudo sentido del oído, pero sus ancestros pudieron no haber oído tan bien. Los murciélagos actuales tienen un mejor sentido del oído por que:

- a) La necesidad de alimentarse de noche y pequeños cambios favorables, potenció la capacidad de su oído.
- b) En cada generación más murciélagos oían mejor

PORQUE:

- a) Para alimentarse mejor, los murciélagos necesitaban oír mejor los ruidos del medio ambiente que su ancestro
- b) Las crías heredaron mejor sentido del oído que sus padres y a su vez lo transmitieron a sus hijos
- c) Los murciélagos que oían mejor, se alimentaban mejor y tenían posibilidad de tener más crías.



10. Los tiburones actuales pueden nadar a velocidad de 30 nudos. Sus ancestros nadaban a velocidades menores. La habilidad de nadar más rápido probablemente se debió a que:

- a) Esta característica surgió en los tiburones en poco tiempo
- b) Hubo un aumento en el porcentaje de tiburones veloces

PORQUE:

- a) En un momento determinado un cambio heredable fue seleccionado en algunos tiburones
- b) Mientras los tiburones usaban más sus músculos, se volvían más veloces y eran mejores cazadores
- c) La necesidad de atrapar a sus peces, hizo que nadaran más rápido.



Anexo 2. Cuestionario A14

Universidad Nacional Autónoma de México
Colegio de Ciencias y Humanidades

Nombre del alumno: _____

Semestre: _____

Fecha: _____

Indicaciones: Este instrumento no tiene fines de calificación, su objetivo es conocer lo que aprendiste sobre la variación biológica, elemento fundamental en el proceso evolutivo, por favor, contesta lo siguiente.

Instrucciones: Lee con cuidado y reflexiona; algunas pregunta son de opción múltiple solo tienes que subrayar la respuesta y algunas otras preguntas son abiertas por lo que tendrás que escribir una explicación de lo que se te pide

- a. En la imagen se puede observar algunos individuos de una población de pingüinos. Obsévala y contesta lo siguiente:

- a) ¿Los pingüinos fenotípicamente son iguales?

SI	NO
----	----

- b) ¿Por qué crees que son iguales?



- c) ¿Los pingüinos genéticamente son iguales?

SI	NO
----	----

- d) ¿Por qué crees que son iguales?

2.El concepto de variación se refiere a:

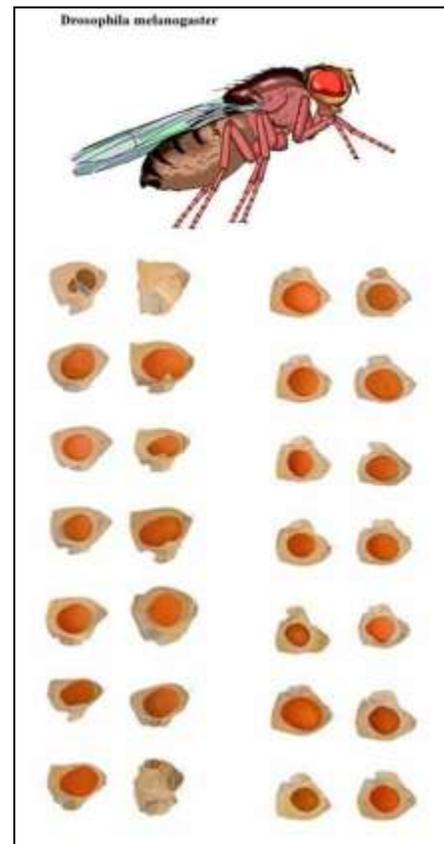
- a) La gran cantidad de especies que existen en los ecosistemas.
- b) Las diferentes variedades que tiene una especie.
- c) Las diferencias que existen entre un individuo y otro.
- d) La diversidad de formas que hay sobre el planeta.

3.En cualquier población de organismos podemos encontrar diferencias individuales en su tamaño, textura, color, etc., y gracias a los métodos de secuenciación de genes y proteínas sabemos que a nivel molecular también existen diferencias. A esos conjuntos de diferencias las denominamos:

- a) Variación genética y variación molecular.
- b) Variación morfológica y variación fisiológica.
- c) Variación genotípica y variación fenotípica.
- d) Variación geográfica y variación fenotípica.

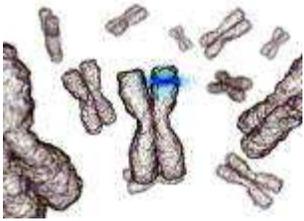
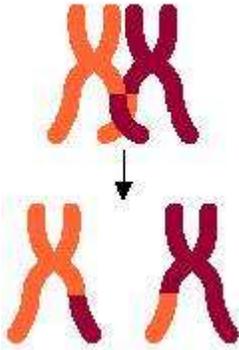
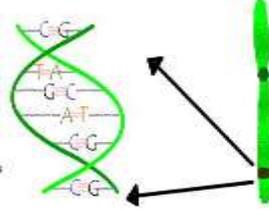
4.Esta tabla muestra diversas formas de ojos que presentan los individuos de una población de moscas *Drosophila melanogaster* (la mosca de la fruta)
¿Cuál es la causa de esas diferencias?⁹

- a) Alimentación
- b) Mutación
- c) Ambiente
- d) Metabolismo



⁹ La pregunta número 4 esta dirigida a que el alumno conteste mutación, sin embargo es importante señalar que en *Drosophila melanogaster* el factor ambiente también provoca variaciones en los ojos.

9. Indica con una ✓ que imagen representa un proceso de recombinación genética

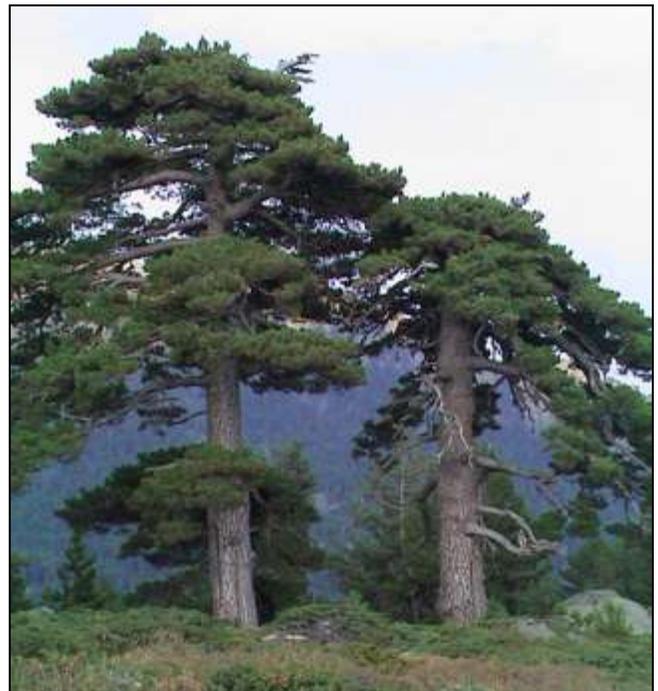
			
<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>	<p>_____</p>

10. Cuando observamos una población de pinos encontramos que todos los individuos muestran características externas iguales. ¿Significa esto que genéticamente también son iguales?

SI	NO
----	----

¿Por qué en la reproducción?

- a) se transfieren la información genética
- b) hay recombinación genética
- c) hay translocación genética
- d) hay duplicación genética



11. Para que la variación tenga efecto en el proceso evolutivo es necesario que:

- a) sea heredable y que favorezca la supervivencia de los organismos.
- b) favorezca la supervivencia , aunque no sea heredable.
- c) sea heredable y favorezca la reproducción de los organismos.
- d) favorezca la reproducción de los organismos aunque no sea heredable.

8. Los seres humanos tienen cuatro diferentes grupos sanguíneos, los perros poseen ocho, los felinos 3 y los equinos 7.

¿Cómo explicas el polimorfismo (diferentes grupos sanguíneos) de las especies mencionadas?

Anexo 3. Comparación de Resultados del grupo control vs experimental.

Las siguientes gráficas muestran la comparación de resultados de la aplicación del cuestionario 1 tanto en pre test como en postests en los grupos control y experimental.

Cada uno de los diez ítems del cuestionario se graficó por separado.

