

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

FACULTAD DE CIENCIAS

**“DISEÑO Y USO DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN LOS
MECANISMOS Y PATRONES EVOLUTIVOS QUE EXPLICAN LA
BIODIVERSIDAD”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

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

PRESENTA:

BIÓL. FRANCISCO ALBERTO MONTALVO CAMPOS

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARTHA JUANA MARTÍNEZ GORDILLO



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.

DEDICATORIAS

A LA MEMORIA DE MIS PADRES MA. ELENA Y JOAQUÍN

A ESMERALDA Y FRANCISCO

POR SU CARIÑO, COMPRENSIÓN Y APOYO INCONDICIONAL.

A MIS HERMANOS EDUARDO, MARÍA ELENA Y ELIZABETH.

ÍNDICE

RESUMEN	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Hipótesis	10
1.2 Propósitos	10
II. PROGRAMAS DE BACHILLERATO	12
2.1 El bachillerato	12
2.2 El modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades	15
2.2.1 Área de experimentales	16
2.2.2 Área de talleres	16
2.2.3 Área de historia	16
2.2.4 Área de matemáticas	16
III. BASES PEDAGÓGICO DIDÁCTICAS	18
3.1 El constructivismo	18
3.2 Algunas teorías sobre el constructivismo	20
3.2.1 Movimiento teórico cognitivo-interaccionista	22
3.3 Las ideas previas	23
3.3.1 Las diferentes denominaciones de las ideas previas	26
3.3.2 Las ideas previas en el aula	27
3.3.3 Las ideas previas y el cambio conceptual	29
IV. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	31
4.1 Estrategias de enseñanza	31
4.2 Los objetivos en la enseñanza y el aprendizaje	32
4.3 Estrategias de aprendizaje	37

4.4 Metacognición	40
4.5 La evaluación	43
V. BASES DISCIPLINARIAS	46
5.1 Antecedentes del concepto de biodiversidad	46
5.2 Importancia de la biodiversidad en el proceso evolutivo	47
5.3 La clasificación en biología	49
5.3.1 Antecedentes de las clasificaciones en biología	51
5.3.2 Criterios en la elaboración de categorías y jerarquías	53
5.3.3 Los grandes grupos de organismos	55
5.4 Teorías de la evolución	56
5.4.1 La biodiversidad como consecuencia de la evolución	58
5.4.2 Evidencias de la evolución	59
5.4.2.1 El registro paleontológico	59
5.4.2.2 Biogeografía	60
5.4.2.3 Anatomía comparada	61
5.4.2.4 Embriología comparada	61
5.4.2.5 Biología molecular	62
5.5 Relaciones coevolutivas	62
5.6 La población como unidad selectiva	64
5.6.1 Variabilidad intrapoblacional	64
5.7 Influencia del ambiente: selección natural	66
5.8 La especie como unidad básica de la evolución	66
5.8.1 Especiación	69
5.8.2 Algunos mecanismos de especiación	69

VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO	71
6.1 Descripción de las sesiones	72
6.1.1 Sesiones grupo control	72
6.1.2 Sesiones grupo experimental	78
VII. RESULTADOS	88
7.1 Pretest	88
7.2 Postest	89
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
IX. CONCLUSIONES	95
X. BIBLIOGRAFÍA	97
XI. ANEXO 1. Tablas de resultados del pretest y postest del grupo control y del grupo experimental	108
XII. ANEXO 2. Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos del grupo control al resolver las preguntas del pretest y del postest	112
Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos del grupo experimental al resolver las preguntas del pretest y postest	115
Gráfica comparativa de respuestas del postest del grupo control y del grupo experimental	118
XIII. ANEXO 3 Lecturas	119
XIV. ANEXO 4 Modelos	126
XV. ANEXO 5 Imágenes	140
XVI. ANEXO 6 Algunas actividades realizadas por los alumnos del grupo Experimental	152

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño de estrategias para la enseñanza de temas relacionados con la Biodiversidad, desarrollando diferentes recursos didácticos buscando que los alumnos comprendan los conceptos de coevolución, evolución convergente y divergente, radiación adaptativa, especiación alopátrica, simpátrica e hibridación, especie biológica y taxonómica del tema de mecanismos y patrones evolutivos que explican el origen de la biodiversidad. Para tal efecto se diseñaron y aplicaron diferentes recursos didácticos como analogías, organizadores previos, cuadros sinópticos y comparativos, lecturas, actividades lúdicas, mapas conceptuales, investigación bibliográfica y actividades experimentales.

La aplicación de estrategias se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) con dos grupos de 6º semestre (uno control y otro experimental). Al principio se aplicó una evaluación para saber las condiciones iniciales, además de explorar ideas previas y al final otra, para evaluar el aprendizaje obtenido.

Los resultados alcanzados en este proceso permiten observar cambios en cuanto al aprendizaje obtenido, al comparar ambos grupos al final de la instrucción, teniendo mejor desempeño el grupo experimental (donde se aplicaron las estrategias) con respecto al grupo control, lo que lleva a pensar que el aprendizaje significativo, que conduce a un cambio conceptual en los alumnos, es un proceso gradual, que puede darse con mayor facilidad cuando se diseña y se utiliza una estrategia didáctica adecuada.

I. INTRODUCCIÓN

Para entender el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo es necesario comprender a profundidad qué es la biodiversidad, una de sus definiciones es la variedad y la variabilidad de los organismos vivientes y extintos de los complejos ecológicos en los que existen (Sánchez, 1999).

De esta definición se infiere que la biodiversidad no es solamente la riqueza de especies de plantas, animales, protistas, hongos y bacterias, que también incluye la variación genética entre los individuos y las distintas poblaciones de cada especie. Incluye la diversidad de arreglos e interacciones entre las poblaciones de muchas especies, de todo tipo, en una localidad determinada (comunidades). El término biodiversidad también explica la variedad de esas comunidades biológicas y los ecosistemas que existen en el planeta.

Uno de los niveles que integran la biodiversidad, es el de diversidad de especies, que es el nivel mejor conocido, puesto que es directamente equiparable con la variedad de formas de vida reconocibles. Por esta razón, mucha de la actual preocupación por conocer, conservar y usar prudentemente la biodiversidad, tiene que ver con el conocimiento de los patrones evolutivos que la explican (radiación adaptativa, especiación alopátrica y simpátrica, hibridación, evolución convergente, divergente, coevolución y los conceptos biológico y taxonómico de especie).

El concepto de especie, por citar uno de los conceptos vinculados al de biodiversidad, presenta algunos problemas, en su aprendizaje en tanto difiere considerablemente según el tipo de organismo del que se trate, por lo que se han acuñado diferentes definiciones que responden a las necesidades del investigador y al paradigma en el que se inscriba. De tal manera existen varios conceptos de especie: taxonómico, biológico, adimensional, evolutivo, ecológico, filogenético, cladista, entre otros, que indican la complejidad que este concepto entraña, a pesar de ser básico en el estudio de la diversidad biológica.

En esta tesis se aborda el tema mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad que forma parte del programa de Biología IV del Bachillerato del Colegio de Ciencias y humanidades (CCH) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con el objetivo

de desarrollar estrategias didácticas para lograr aprendizajes significativos, de este tema en particular en los bachilleres.

Enseñar y aprender los conceptos antes mencionados puede ser entendido y aprendido de mejor manera, si el profesor domina su disciplina, y sabe enmarcar los diferentes conceptos relacionados al tema de mecanismos y patrones evolutivos que explican la biodiversidad, en un marco histórico-social (es decir, abordar de manera general las diferentes concepciones que se han dado a través de la historia, relacionadas con estos conceptos en biología).

También es importante que los alumnos identifiquen los mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad como uno de los temas más relevantes para el aprendizaje de un concepto más general que se revisa durante ese mismo curso, que es el concepto de biodiversidad.

Para realizar el estudio correspondiente a lo descrito arriba, es importante iniciar con la aplicación de pruebas de detección de las ideas previas de los alumnos sobre los conceptos mencionados anteriormente, comparándolo con las respuestas que se den a los mismos después de aplicar estrategias en el proceso enseñanza-aprendizaje, en una etapa posterior (pretest y postest, respectivamente). Así, el diseño y uso de estrategias de enseñanza aprendizaje están dirigidos a lograr el aprendizaje significativo en los alumnos, tratando además de ser un referente para la práctica educativa en el bachillerato.

El estudio de las ideas previas de los alumnos, es un tema emergente de la didáctica, ya que su relevancia ha producido una gran cantidad de investigación y conocimientos al respecto. Entre algunos términos con los que se denominan están: ideas previas, preconceptos, concepciones erróneas, ideas de niños, teorías implícitas, por mencionar algunos. Esta amplia combinación de conceptualizaciones refleja las distintas posturas epistemológicas y disciplinarias con las que han sido estudiadas (Quesada, 2005).

Identificar las ideas previas de los alumnos, es importante el papel relevante que tienen para alcanzar el aprendizaje significativo, y para lograrlo es necesario construir un puente que relacione lo que el estudiante sabe con aquello que se desea que aprenda; es decir, ajustar

las características psicológicas del alumno con los aspectos lógicos del contenido y la base epistemológica de la disciplina.

La importancia de averiguar los conocimientos previos de los alumnos, radica en el hecho de haberse demostrado que los mismos pueden ser un factor que interfiera en el aprendizaje de ahí que, buena parte del tiempo de la enseñanza deba dirigirse a enriquecer o cambiar esas ideas (Quezada, 2005).

Problema: A los alumnos se les dificulta aprender los temas de Biología que tienen contenidos difíciles de observar en la vida cotidiana como el tema “mecanismos y patrones evolutivos que explican el origen de la biodiversidad” ya que generalmente, no existe retroalimentación en la vida diaria sobre estos conceptos. Por otro lado muchos docentes no cuentan con recursos didácticos adecuados para ayudarlos a comprenderlos.

1.2. HIPÓTESIS

El diseño y uso de estrategias en los mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad permite lograr el aprendizaje significativo en este tema, entendiéndose como aprendizaje significativo “lo que el alumno ya sabe y puede relacionarlo con la nueva información que debe aprender”.

1.3. PROPÓSITOS

La Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) tiene como líneas de formación los ámbitos Socio-Ético-Educativo, Psicopedagógico-Didáctico y Disciplinario para poder abordar la problemática inherente a la Educación Media Superior (EMS). Con base en lo anterior, como parte de la experiencia como profesor de bachillerato se detectó un aprendizaje repetitivo y memorístico del tema: mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad en el bachillerato y en el programa de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) que menciona en la primera Unidad ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo? Por lo que se propone abordar dicho tema a través de la elaboración, uso y aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje, para que los alumnos comprendan a través del estudio de los mecanismos y patrones antes mencionados que las especies son el resultado de la evolución. Permitiendo conocer y aplicar estrategias, técnicas y procedimientos que ayuden a planear, instrumentar y evaluar cursos que generen aprendizajes significativos.

Por lo tanto las estrategias que se diseñaron y utilizaron tuvieron como propósito evitar que el aprendizaje de los conceptos se adquirieran de manera memorística y mecánica, y que por el contrario, que al identificar los mecanismos y patrones evolutivos adquirieran un conocimiento que les permita entender, qué es la Biodiversidad, y cómo relacionarlo con su entorno cotidiano.

Con base en lo anterior se aplicaron las estrategias didácticas en dos grupos de sexto semestre, del CCH Plantel Vallejo, empezando con el grupo control donde se realizó la exposición de manera tradicional, en ocho sesiones, y con el grupo experimental se

impartieron las clases en nueve sesiones.

Objetivos propuestos para los alumnos con base a la utilización de las estrategias didácticas como medio para lograr el aprendizaje de los conceptos mencionados anteriormente.

- Comprender que la evolución es el proceso que da origen a la biodiversidad.
- Comprender que las especies son el resultado de la evolución, a través del estudio de los mecanismos y patrones evolutivos, que explican el origen de la biodiversidad.
- Profundizar el despliegue de habilidades, actitudes y valores para la obtención, de conocimiento científico, al llevar a cabo búsquedas bibliográficas y actividades experimentales en el laboratorio.

II. PROGRAMAS DE BACHILLERATO

2.1. El bachillerato

Nuestro país enfrenta grandes retos y oportunidades al inicio de este siglo; los cambios y las transformaciones que están sucediendo día con día en el mundo han influido en su presente y futuro. Se podrá reducir la distancia que lo separa de los países desarrollados si se toman las decisiones y medidas pertinentes en algunas áreas estratégicas, dentro de las que destaca la educación. Se han obtenido logros significativos en esta área, se ha avanzado en forma sustancial y más mexicanos tienen acceso a la misma, aunque falta mucho por hacer, es ahí donde el docente junto con las instituciones, tienen la oportunidad de avanzar y mejorar las condiciones de una educación que atienda a la mayoría de los estudiantes en el país (Domínguez y Pérez, 1993).

La educación media superior (EMS) representa un espacio crítico donde el estudiante determina el área en la cual desarrollará sus estudios de licenciatura o el espacio en que ingresará al mercado laboral; tiene como antecedentes los estudios de secundaria, junto con los que integra el nivel medio del sistema educativo nacional. Las edades correspondientes de los alumnos que acuden al nivel medio superior están entre los 15 y 19 años, para atender un plan curricular estructurado en seis semestres o tres años y se ofrece de dos maneras: propedéutica y terminal.

- Propedéutica. Es conocida como bachillerato, se imparte en el país en dos formas: bachillerato general y bachillerato tecnológico, su duración es en general de tres años y es indispensable para el ingreso a la educación superior. Se ofrece a través de instituciones públicas y privadas enlazadas en algunos casos a instituciones de nivel superior de carácter autónomo o estatal, como la Escuela Nacional Preparatoria y el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, o de organismos públicos descentralizados como el Colegio de Bachilleres de la SEP lo mismo que las Escuelas Preparatorias del Distrito Federal, de reciente creación.
- En su modalidad tecnológica, los alumnos reciben una capacitación que los acredita como técnicos en algún área específica y así poder acceder al campo de trabajo, se imparte en planteles incorporados a instituciones de educación superior como los

Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) del Instituto Politécnico Nacional o dependientes de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

- La modalidad terminal prepara al estudiante como técnico profesional en áreas como industria, servicios, agropecuaria, pesquera y forestal, con la finalidad de que al egresar se incorpore directamente al sector laboral. Se imparte en los planteles del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) y en los Centros de Estudios Tecnológicos dependientes de la SEP. Estas carreras técnicas se cursan en periodos de seis y ocho semestres, y al término, sus egresados deben prestar un período de servicio social, elaborar un trabajo terminal y aprobar el examen profesional correspondiente (Domínguez y Pérez, 1993).

Según Carmona y Pavón (2010) la matrícula a nivel nacional en educación media superior se espera de 4,063.9 (Miles) para el año 2010, elevando el nivel de escolaridad en la población pero trayendo el problema de una cobertura insuficiente y una desigualdad en el acceso a la educación superior; una alternativa para solucionar este problema, es el fortalecimiento del sistema de becas así como la flexibilidad en los programas de estudio y de orientación vocacional, aunados al mejoramiento en la calidad de los programas educativos que se ofrecen.

Con base a lo anterior actualmente nuestro país debe asumir los retos y compromisos que presenta un mundo globalizado, dentro de los cuales destaca el ámbito educativo, donde el Gobierno Federal por medio de la SEP tiene como propósito orientar las políticas que pretende instrumentar en el documento “Proyecto de Reforma Integral de la EMS en México” (Alcántara y Zorrilla, 2010) cuya finalidad es la creación de un “Sistema nacional de bachillerato en un marco de diversidad” donde se señalan tres aspectos fundamentales:

- Reconocimiento universal de todas las modalidades y subsistemas del bachillerato
- Pertinencia y relevancia de los planes de estudio
- Tránsito entre subsistemas y escuelas

Estableciendo las condiciones indispensables que las reformas deben garantizar,

considerando la creación de un sistema nacional que no pretende la unificación curricular sino que busca preservar la identidad de las instituciones. No queriendo decir con esto que estas renuncien o cambien su vocación específica, ya que en el país existen distintas modalidades de EMS que responden a diversas ideologías educativas y realidades sociales que no deben ponerse en entredicho. Por lo tanto, los cambios propuestos den tener lugar en el marco de la diversidad (Alcántara y Zorrilla, 2010).

En ese sentido México se encuentra afiliado al Programa de Indicadores Rendimiento de Estudiantes (PISA). Este proyecto tiene un carácter experimental dirigido al establecimiento de un sistema internacional de indicadores de la situación de la educación (Gil y García, 1998). Los objetivos básicos del proyecto son proporcionar a los países miembros de la OCDE un marco institucional en el que examinen la validez y relevancia de los indicadores educativos, definir los límites en los que se pueden desarrollar, comparar las experiencias nacionales relacionadas con la implantación a gran escala y compartir las experiencias de mejora de calidad de los sistemas educativos, además de producir indicadores que aporten información útil sobre los mismos (Gil y García, 1998). Las áreas que evalúa PISA son Matemáticas, lectura y Ciencias.

En este marco, México obtiene en Matemáticas 387 puntos, Argentina 388, Brasil 334, Chile 384 y Perú 292. En ciencias México obtiene 422 puntos, Argentina 396, Brasil 375, Chile 415y Perú 333. Estados Unidos y Canadá los dos países altamente industrializados del continente americano, obtuvieron puntajes promedio en Matemáticas de 493 y 533 respectivamente; y en Ciencias de 499 y 529 cada uno. Observándose que a excepción de Canadá, ninguno de los países supera los 500 puntos de la OCDE.

México ocupa el lugar 34 en lectura, 35 en Matemáticas y 34 en Ciencias, de 43 países evaluados, es decir hay que redoblar esfuerzos para tener un mejor nivel de aprovechamiento en nuestros alumnos junto con los docentes y las instituciones responsables en el ámbito educativo de nuestro país (Vidal, *et al.*, 2005).

2.2. El modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades

Con base en lo que se ha expresado, es necesario retomar e impulsar los principios que están insertos en el modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades (1996). Se entiende por modelo educativo, el conjunto de ejes organizados que caracterizan el proyecto educativo de una institución. Presentando los siguientes ejes:

- *Cultura básica*, hace referencia al conjunto de principios, elementos productores del saber y hacer, cuyo manejo permite adquirir mejores y más amplios saberes y prácticas.

Esta cultura comprende competencias y habilidades (competencia comunicativa, habilidades para adquirir información fundada, formular y resolver problemas, procesos de razonamiento deductivo, inductivo y analógico y capacidad crítica) y determina los aspectos principales del Colegio, como el Plan de Estudios Actualizado, las formas de trabajo y el ambiente de la Institución, y está constituido por:

- *Organización académica por áreas*, que consiste en la distribución de los contenidos de la enseñanza (conocimientos, habilidades y actitudes) y las prácticas académicas esencialmente en grandes campos de conocimiento que se agrupan en determinadas disciplinas en razón de sus objetos de estudio y sus métodos de trabajo.
- *El alumno como sujeto de la cultura*, es actor de su formación, es capaz de aprender a aprender, a hacer y a ser con sentido crítico, es decir, es consciente de las razones de su saber, de su actuar, de sus valores, y de los límites de las mismas.
- *El profesor como orientador en el aprendizaje*, favoreciendo la autonomía de las habilidades del alumno en el aprendizaje y su capacidad de juicio crítico, dispuesto a aprender mientras enseña y a seguir aprendiendo. El modelo educativo establece los lineamientos institucionales para regular los procesos de aprendizaje y enseñanza y se concreta en tres niveles: el plan de estudios, los programas y los proyectos para el desarrollo académico y las prácticas educativas de alumnos y de profesores.

El Plan de Estudios actualizado, señala el carácter universitario del bachillerato que se manifiesta en que el alumno sepa qué sabe y por qué sabe, es decir su capacidad de razón y de ciencia, de conciencia humana y humanista, que lo hacen capaz de dar cuenta de las razones y de la validez de su conocimiento y de los procesos de aprendizaje a través de los cuales los adquiere; así como, responsable de las consecuencias sociales y personales de este saber. Con base en estos principios, el CCH cuenta con diferentes áreas que se describen brevemente como son:

2.2.1. Área de ciencias experimentales. El Colegio cuenta con laboratorios para las asignaturas de Química, Física y Biología, donde se imparte la clase a 25 alumnos por aula, en sesiones de dos horas, en unas 50 aulas-laboratorio por plantel, equipados con tv, video y proyectores de acetatos, además de un cuadro básico de sustancias, de cristalería y equipo. Cada plantel dispone de un Sistema de Laboratorios de Innovación (Siladin) con seis laboratorios con equipo moderno y de tecnología avanzada para Química, Biología y Física, destinados al apoyo de proyectos de creatividad que renueven la enseñanza experimental.

2.2.2. Área de talleres. Tiene como estrategia fundamental el trabajo en taller, el ejercicio constante de las habilidades lingüísticas básicas (escuchar, hablar, leer y escribir) que junto a otros elementos, constituyen la competencia comunicativa.

2.2.3. Área de historia. En su enseñanza se busca que el alumno comprenda cómo se construye el conocimiento histórico, y se inicie dentro de sus posibilidades, en la complejidad del mismo, que practiquen algunas de las habilidades del historiador, trabajando con fuentes, lectura de mapas geográficos e históricos, cuadros y gráficas diversas, comprendiendo y valorando la obra de los historiadores pasados y actuales.

2.2.4. El área de matemáticas. La matemática en el bachillerato está orientada para permitir a los alumnos percibir esta disciplina como una ciencia en constante cambio, presentando su enseñanza como un conjunto de conocimientos y técnicas, ordenados en un riguroso esquema lógico-deductivo ligado a la resolución de problemas concretos, alcanzando niveles cada vez más amplios de abstracción, generalización y formalización.

El CCH ofrece también opciones técnicas con una formación para el trabajo. Su concepción fundamental es aplicar los conocimientos adquiridos en las materias del Plan de Estudios en: análisis clínicos, bancos de sangre, biblioteconomía, mantenimiento de equipos de cómputo, entre otras. Se imparte también la enseñanza de dos idiomas el inglés y el francés, contando con las instalaciones pertinentes para el aprendizaje esencial de los mismos.

Además el colegio cuenta con bibliotecas de estantería abierta y servicios de catálogos computarizados, con el fin de promover la lectura ligada a la redacción, como una actividad esencial del aprendizaje autónomo de los alumnos. Lo mismo que las nuevas tecnologías, cada plantel cuenta con dos teleaulas y sala de proyecciones, con acervos de cientos de películas, videos y programas educativos, computadoras en los salones de Taller de Cómputo y de Cibernética y Computación, las cuales se encuentran conectadas a la red.

La formación de alumnos críticos, les da la autonomía en el aprendizaje durante la vida, les da la capacidad de evaluar la validez de las informaciones disponibles, en un mundo donde éstas se multiplican sin medida y se producen sin garantía de autoridad. Cada ser humano necesita reconocer las razones o fundamentos de las afirmaciones que acepta como verdaderas, así como los límites de las mismas y la invalidez de otras.

Nivel académico del profesorado. Entre los aspectos que más influyen en el aprendizaje por parte de los alumnos en las asignaturas de carácter científico, son el nivel académico y actitud profesional del profesorado. Generalmente los profesores provienen de carreras diversas, donde su formación científica puede ser muy heterogénea en cuanto a extensión y profundidad. Generalmente la enseñanza de la física y de las matemáticas está bajo la responsabilidad de egresados de licenciaturas relacionadas con las ingenierías, la química y la arquitectura, entre otras, y en el menor de los casos en egresados de carreras científicas, y el profesorado de estas asignaturas no obtiene durante su formación de licenciatura alguna preparación en aspectos didácticos que le permitan enfrentar de la mejor manera su labor docente.

Desde esta perspectiva, el CCH implementa el programa de formación de profesores de manera permanente, en actualización y preparación didáctica de los docentes, de todas las

áreas, consistente en: cursos, seminarios, conferencias, diplomados, y muy recientemente a través de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), cuyo propósito es formar de manera sólida y rigurosa, con un carácter innovador, multidisciplinario y flexible a los de la Educación Media Superior.

III. BASES PEDAGÓGICO-DIDÁCTICAS

3.1. El constructivismo

La educación escolar es un proyecto social que toma cuerpo y se desarrolla en una institución que es la escuela. Esto obliga a realizar una lectura general de fenómenos como el aprendizaje y por otra parte se necesita una explicación de cómo este afecta al desarrollo humano, entendiéndolo como un proceso de enriquecimiento cultural personal.

Por eso es necesario contar con teorías que favorezcan la cultura, el aprendizaje, la enseñanza y el desarrollo, que no ignoren sus vinculaciones, y las integren en una explicación articulada que además expliquen cómo todo esto se produce dentro del marco espacial de las escuelas, que es lo que pretende la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza (Coll *et al.*, 1993).

Se necesitan estas teorías para poder contar con los referentes adecuados con el fin de contextualizar y priorizar metas y finalidades, planificar actuaciones, analizar desarrollos y si hace falta, modificarlos para que se adecúe a los resultados que se esperan, por todo esto se confía que dichas teorías sean adecuadas en función de que puedan o no ofrecer alguna definición acerca de los interrogantes que se plantean a lo largo de la acción educativa, o bien en la medida en que dicha explicación permita articular diversas respuestas dentro de un marco coherente (Coll *et al.*, 1993).

El constructivismo es una explicación científica acerca del conocimiento, que parte de la concepción social y socializadora de la educación escolar, que integra varias teorías y aportes de diferentes autores, dedicados a la investigación de cómo se adquiere, se construye y se integra este conocimiento en la estructura cognitiva del individuo. Asimismo, la concepción de la educación hay que entenderla como un conjunto de postulados que permiten diagnosticar, establecer juicios y tomar decisiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta que la responsabilidad es de la institución educativa y su sistema formativo que en su conjunto resaltan la labor que los profesores realizan en su práctica cotidiana. Éstos necesitan, para el desempeño de sus funciones, auxiliarse de

determinados referentes que fundamenten y justifiquen su actuación en el aula, lo mismo que marcos explicativos que les permitan analizar e intervenir a la realidad.

En este sentido, se puede cumplir con la función que generalmente ha sido atribuida a los “pensamientos psicopedagógicos” de los profesores, a las teorías, más o menos explícitas, claras y coherentes a través de las cuales se puede procesar la información presente en las situaciones educativas, con el fin de adecuarlas a las metas que persiguen.

En el escenario educativo, el constructivismo es uno de los protagonistas más usualmente citado haciendo referencia a su fundamentación epistemológica y a las distintas teorías psicológicas que tienen en común estos planteamientos, así como los desarrollos educativos en el aula, a las estrategias didácticas y los profesores que las utilizan (Rodrigo y Cubero, 1998).

En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una aprehensión de la realidad, es una *construcción* del ser humano y los elementos con los que realiza son fundamentalmente los esquemas que ya posee, es decir, con los que ya hizo en su relación con el medio que le rodea. Considerando lo anterior, son una representación de una situación concreta o de un concepto que permite manejarlo internamente y enfrentarse a situaciones iguales o parecidas en la realidad, y pueden ser simples, complejos, generales o muy especializados, similares a herramientas que pueden servir para muchas funciones, mientras que otros sólo sirven para actividades muy específicas. Como menciona Coll *et al.*, (1993) un esquema es “la representación que una persona tiene en un momento determinado sobre una porción de la realidad”.

3.2. Algunas teorías sobre el constructivismo

Por otra parte, Carretero (1997) menciona que puede haber varios tipos de constructivismo, de hecho es una posición compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa, entre las que se encuentran las teorías de Piaget, Vigotsky, Ausubel,

y la actual psicología cognitiva, mencionando que el constructivismo es una idea que mantiene que el individuo –tanto en aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como los afectivos- no es sólo un producto del ambiente ni el resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia, que se va produciendo día con día como resultado de la interacción entre esos dos factores.

Considerando a los autores antes mencionados, Melchor (2004) comenta que según Coll es posible distinguir varios tipos de constructivismo como son: el inspirado en la teoría genética de Piaget (Coll, 1981; Lucio, 1994; García, 2000; Ducret, 2001); el de las teorías del aprendizaje verbal significativo de los organizadores previos, propuesto por Ausubel (1976) el que se centra en la psicología cognitiva (línea de la psicología que se ocupa de los procesos a través de los cuales el individuo obtiene conocimiento del mundo y toma consciencia de su entorno, así como de sus resultados) y el que se deriva de la teoría sociocultural propuesta por Vigotsky (Coll, 1997; Rodrigo y Arnay, 1997). Las aportaciones de este último a la psicología cognitiva marcaron un parteaguas con respecto a la postura clásica centrada en el individuo, ya que para entenderlo, primero se deben entender las relaciones sociales y culturales en las que éste se desenvuelve.

Tanto Piaget como Vygotsky construyeron explicaciones del conocimiento y Ausubel edificó una explicación acerca del aprendizaje, aunque no se clasificaron como constructivistas, sino que fueron Cesar Coll y algunos otros teóricos contemporáneos quienes les ubicaron en esa denominación (Bruner, 1984; Entwistle, 1988; Coll, 1997; Porlán, 1997). Bruner se clasifica entre los constructivistas diciendo: “soy desde hace tiempo constructivista y así como creo que nosotros construimos o constituimos el mundo, creo también que el ser es una construcción, un resultado de la acción y la simbolización” (Bruner, 1986).

Por lo tanto a Bruner se le clasifica como constructivista ya que toma las aportaciones de Piaget y Ausubel para afirmar que el hombre construye modelos de su mundo y que esas construcciones no son vacías, sino significativas e integradas a un contexto que le permite ir más allá. Coll (1981), dice que la epistemología de Piaget es constructivista en dos sentidos:

- 1) La noción de asimilación implica construcción, ya que nosotros le damos sentido a los

objetos que se nos presentan.

- 2) La noción de acomodación también es construcción, porque los nuevos esquemas que se forman en el sujeto por las acciones que él ejecuta, no están dados por los esbozos anteriores sino por el equilibrio que se da entre éstos y los nuevos diseños en el mismo sujeto.

Con respecto a lo anterior es posible decir que Piaget ha sido clasificado como constructivista debido a que afirma que el niño construye esquemas y que éstos se van haciendo más complejos a medida que él interactúa con la realidad.

A Vigotsky (1979) se le considera como constructivista, al afirmar que el niño pasa por las funciones psíquicas inferiores a las superiores por medio de la interacción del sujeto con la cultura, es decir, en la interacción del niño con la realidad, él construye su conocimiento acerca de la misma. Ausubel es considerado como constructivista debido a que, dice que el niño construye conceptos, y además porque éste se refiere a la recepción del aprendizaje siempre y cuando sea significativo (Flórez, 1994).

Aunque Coll menciona que el problema de fondo consiste en que, pese al tamaño y relevancia educativa de las aportaciones de las teorías constructivistas del desarrollo del aprendizaje ninguna es capaz de ofrecer una explicación global de los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje, que sea lo suficientemente articulada, precisa y con sólidos apoyos empíricos (Coll, 1997).

3.2.1. Movimiento teórico cognitivo-interaccionista

Tiene como función promover la colaboración en una cultura escolar, valorando el sentido de responsabilidad social, el afecto a los demás, la interacción entre maestro y alumnos, la creatividad y la actitud crítica. Esto en un ambiente educativo fomenta el desarrollo de las

inteligencias múltiples propuesto por Gardner (1994) que las clasifica en: inteligencia musical, lingüístico-verbal, inteligencia lógico-matemática, espacial, cinestésico-corporal, naturalista, intrapersonal e interpersonal. Lo cual contribuye al desarrollo de individuos pensantes capaces de solucionar los problemas con los que se enfrentarán en la vida, dándole al maestro el papel de facilitador en el desarrollo de estas inteligencias, creando un ambiente dinámico en experiencias ricas en el aula.

Sin olvidar que en el constructivismo hay escuelas, tradiciones y posturas distintas, siendo un campo heterogéneo y aunque se encuentra en la mayor parte de las publicaciones pedagógicas, según Delval (1994) se deben considerar algunas de sus características:

- Constituye una posición epistemológica, es decir referente a cómo se origina, y también de cómo se modifica el conocimiento.
- Establece que el sujeto cognoscente construye el conocimiento, esto supone que cada sujeto *tiene* que construir sus conocimientos y que no los puede recibir contruidos de otros.
- La construcción es una tarea solitaria, en el sentido de que tiene lugar en el interior del sujeto y sólo puede ser realizada por él mismo. Esta construcción da origen a su organización psicológica, sin embargo los otros pueden *facilitar* la construcción que cada sujeto tiene que realizar por sí mismo.

Una de las funciones de la epistemología es explicar cómo tiene lugar la construcción del conocimiento en el interior del sujeto, desde esta perspectiva el constructivismo, se opone tanto a las posiciones empiristas como a las innatistas. Frente al *empirismo* sostiene que el conocimiento no es una copia de la realidad exterior, sino que supone una elaboración por parte del sujeto. Eso puede negar que las propiedades de la realidad, o sus resistencias a la actividad del sujeto, no sean una determinante esencial del conocimiento (Delval, 1994).

Frente al *innatismo* establece que el conocimiento no es el resultado de la emergencia de estructuras preformadas y que el conocimiento no puede identificarse con un proceso de

externalización de algo interno. Eso no quiere decir que las características del sujeto cognoscente no sean una determinante del conocimiento, su constitución biológica, capacidades perceptivas, y atención preferente a determinados tipos de estímulos. Por lo tanto para Delval (1994) el constructivismo es una posición *interaccionista*, en la que el conocimiento es el resultado de la acción del sujeto sobre la realidad, y está determinado por las propiedades del sujeto y la realidad.

El constructivismo, al ser una posición epistemológica, va emparejado también con una posición ontológica, que resulta ineludible y no puede soslayarse. Si el sujeto construye el conocimiento y éste es el resultado de su actividad, la realidad no puede estar al tanto en sí misma directamente. Desde una perspectiva constructivista hablar de *realidad en sí misma* carece de sentido, sólo puede postularse que existe, pero toda referencia a ella se hará a través de la mediación del sujeto cognoscente (Delval, 1994).

La realidad es construida por el sujeto, pero no como una creación libre, sino a través de la resistencia que ofrece a las acciones y transformaciones que pretende ejecutar. En sentido estricto, desde el punto de vista epistemológico, la realidad y el sujeto se construyen mutuamente o son simultáneas, son interdependientes, y no puede concebirse la una sin el otro.

3.3. Las Ideas Previas

Como parte de la corriente constructivista en la actividad docente, es importante conocer qué ideas previas o creencias tienen los alumnos, respecto a los contenidos específicos de los programas que se desea que aprendan. Saber cuales son sus puntos de vista sobre los conocimientos científicos y qué representan para ellos en su vida cotidiana, cómo adquirieron tales creencias y cómo pueden modificarlas, para que logren el cambio conceptual y adquieran los conceptos científicos manejados en la ciencia (Flores, 2004).

Para este propósito es necesario auxiliarse de estrategias, métodos, técnicas e instrumentos que se han desarrollado en las investigaciones que se dan en la Pedagogía y la Didáctica, referentes al proceso cognitivo y metacognitivo, para que el alumno acceda al conocimiento científico, lo relacione con su entorno y le dé una utilidad en su vida cotidiana.

Por lo tanto se requiere de una actualización pedagógica, didáctica y disciplinaria que es responsabilidad de la institución y del docente, lo que implica contar con información reciente y confiable en el trabajo continuo, para reafirmar los conocimientos adquiridos durante su formación y su trayectoria como profesor, elegir la información pertinente en los contenidos, (que si bien son seleccionados por quienes diseñan el curriculum, el docente los resignifica y dinamiza junto con los alumnos y elige o elabora estrategias didácticas). Además de su secuenciación y aplicación en los diferentes momentos de apertura, desarrollo y cierre, promoviendo las interacciones profesor-alumno, alumno-profesor y alumno-alumno, como parte del trabajo colaborativo que se da en el aula.

Por consiguiente el reconocimiento del papel activo que las concepciones que los estudiantes tienen en el aprendizaje de los conocimientos científicos, ha influido de manera significativa en el replanteamiento y la comprensión de problemas de diversa índole: conceptual, didáctico, curricular, evaluación, formación docente, género, que se presentan en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias (Flores, 2004).

Siendo importante considerar la importancia de las ideas previas de los alumnos en el proceso de planeación de las clases, temas o unidades a tratar, con la finalidad de lograr el cambio conceptual en ellos, promoviendo estrategias, técnicas y métodos pertinentes para promover dicho cambio.

Dentro de los pioneros de la investigación que se han preocupado por las ideas previas hay que señalar las investigaciones de Piaget (1975, 1981) acerca de la construcción de conocimientos como los de tiempo, fuerza, movimiento y peso, que si bien son interpretadas bajo el esquema de operaciones e invariantes, forman el primer reconocimiento de las concepciones alternativas de los individuos ante fenómenos específicos. Como lo mencionan Driver y Esley (1987) la investigación de Piaget dio inicio a diversas orientaciones para la observación en el aprendizaje de la ciencia.

Las investigaciones de Viennot (1979), McDermott (1984), Driver y Esley (1987), y, entre otras, ayudaron a considerar la importancia que tiene conocer las concepciones que con los

análisis en estudiantes de educación básica y superior construyen en relación con los conocimientos y los procesos científicos. Actualmente, en la investigación sobre ideas previas en el campo de la investigación, se han sugerido algunos enfoques alrededor del aprendizaje, como el cambio conceptual (Strike y Posner, 1985; Chi, 1992), y han avivado el interés por comparar las relaciones entre la historia de la ciencia y las concepciones de los estudiantes (Brush, 1989; Matthews, 1990; Gallegos, 1998). Esto ha constituido un factor importante para la construcción de modelos representacionales, tanto cognoscitivos como epistemológicos (Carey, 1985; Tiberghien, 1994; Flores y Gallegos, 1999) así como el estudio de divergencias transculturales (Duit, 1984) de género (Watts y Bentley, 1996; Whiteleggs, 1996).

En relación con el desarrollo curricular, fundamentan la utilidad de que los profesores tomen en cuenta las ideas previas de los estudiantes como punto de partida, tanto para la planeación de actividades como en el desarrollo de estrategias de aprendizaje y evaluación (Akker van der, 1998; Fensham, 2000).

Un aspecto relevante en el que las ideas previas de los estudiantes han incidido en el aprendizaje de las ciencias, es el cambio de la forma como se imparten las clases. La difusión sobre la importancia de las ideas previas se ha incrementado entre los profesores, a través de libros que tienen estudios que las ejemplifican como: Driver *et al.*, (1996); Hierrezuelo y Montero (1991); Pozo *et al.*, (1991); Driver *et al.*, (1994); no obstante, una buena parte de los profesores no conoce y no tiene acceso a la gran cantidad de información sobre ideas previas y tampoco cuentan con los elementos que les permitan saber cómo tomarlas en cuenta, es decir carecen de los procedimientos y metodologías que las investigaciones requieren (Flores, 2004).

3.3.1. Las diferentes denominaciones de las ideas previas

En el análisis de las “concepciones alternativas” a los conocimientos científicos, existen diversas denominaciones (Cubero, 1994; Jiménez *et al.*, 1994) que en general cumplen con las posiciones que los investigadores tienen alrededor de la construcción del aprendizaje y

del conocimiento científico. Se ha tratado por medio de diversos análisis de encontrar un solo término, por ejemplo, Wandersee *et al.*, (1994) se apegan al vocablo “concepciones alternativas”, propuesto por Driver y Esley (1987), considerándolo adecuado, ya que involucra una visión “ideográfica”, correspondiendo esta palabra a que se toman en cuenta las ideas de los alumnos como concepciones personales que tienen significado y utilidad en la interpretación de cierta fenomenología y porque no implica una denominación en sentido negativo; Es decir, considerarlas como un error de comprensión o un conocimiento incompleto, denotación que está implícita en el término “error conceptual”.

Según Flores (2004) el término “concepciones alternativas” ha sido adoptado ampliamente desplazando a términos como “errores conceptuales”, “preconceptos”, “concepciones espontáneas”, “teorías implícitas” y “teorías en acción”. Las concepciones alternativas, es una palabra adecuada para nombrar las concepciones de los estudiantes, ya que no denota una visión peyorativa del complejo proceso conceptual que implica construir nociones o concepciones y que se describen a continuación:

- El término “concepciones alternativas” implica la presencia de una idea que le permite al individuo, interpretar un proceso o fenómeno y que cuenta al menos, con otra idea alterna entre las que elegir de manera consciente la que considera la mejor explicación; esto no ocurre usualmente, por lo que un término que no denote esta dualidad es el más adecuado.
- El vocablo “concepciones alternativas” entendido como una idea alterna a la sostenida por la ciencia, no es precisa, ya que las concepciones de los estudiantes pueden considerarse alternativas en un contexto restringido, aplicable sólo a ciertos fenómenos, mientras que las concepciones científicas que corresponden, son más generales, engloban clases de fenómenos, por lo tanto, la denominación “concepción alternativa” debe considerarse de forma más bien limitada.

3.3.2. Las ideas previas en el aula

La expresión “ideas previas” se refiere a la concepción que no ha sido transformada por la

acción escolar, es fácilmente identificable por los profesores y a la vez, disminuye ciertas imprecisiones que se presentan con el vocablo “concepciones alternativas”

Las ideas previas y la disposición de transformarlas en el aula y en el laboratorio han generado el diseño de diversas estrategias para detectarlas primero y modificarlas después; gran parte de las investigaciones han generado propuestas en este sentido como son, en general, estrategias prescriptivas que vienen acompañadas de cierta evidencia empírica que muestra sus beneficios. Uno de estos ejemplos son las investigaciones de Scott *et al.*, (1994) que indican algunas de estas prescripciones que son comunes entre las habilidades de aprendizaje para la enseñanza de la ciencia, considerando las ideas previas de los estudiantes, como las siguientes:

- Desde un punto de vista constructivista no existe un método o vía instruccional para enseñar un tema científico particular.
- El aprendizaje de la ciencia implica la organización de conceptos en una novedosa estructura, además de darles una nueva justificación o racionalidad y fundamentación.
- La enseñanza involucra el procedimiento de argumentos científicos de modo que sustentados en pruebas empíricas, los estudiantes vayan más allá de éstos y construyan la forma de ver que asume la comunidad científica.
- El concepto de enseñanza, reconoce que las actividades experimentales y las discusiones, serán interpretadas por los alumnos de manera diferente de aquélla que se acomete educativamente.

Flores (2004) menciona que se reconocen las implicaciones que para los docentes pueden tener el conocimiento de las ideas previas de sus alumnos, tal como lo cita Jones *et al.*, (1999) los profesores -que conocen las ideas previas de sus estudiantes- promueven la mejora en el aprendizaje de los mismos, auxiliados con grabaciones de interacción en el aula y los estudiantes dedican más tiempo al aprendizaje cuando discuten diferentes puntos de vista en el aula. Otro estudio de Schoon y Boone (1998) nos dice que, cuando los profesores conocen las ideas previas de otros estudiantes (similares a las de sus alumnos) influyen en su seguridad sobre su capacidad para enseñar mejor la ciencia.

Aunque se reconoce la importancia que las ideas previas tienen para el estudio de la ciencia y para la construcción de los conceptos científicos en los estudiantes hacen falta más investigaciones para el análisis de lo que ocurre con las ideas previas en el salón de clase. Quedando pendientes preguntas como ¿De qué manera toman en cuenta los profesores las ideas previas?, ¿Cuál es el seguimiento que les dan?, ¿De qué forma las utilizan en el diseño de su mediación didáctica en el aula?, ¿Cómo influyen en sus procesos de evaluación?, ¿Los estudiantes están conscientes de sus ideas previas? Estas preguntas y algunas otras todavía no tienen una respuesta satisfactoria.

Erickson (2000) menciona que si bien no se cuenta con suficiente investigación sobre las ideas previas que se dan principalmente en el aula, es posible sugerir algunos aspectos que pueden resultar útiles para los profesores como:

- Las ideas previas de los alumnos son construcciones personales que constituyen una escala de cómo interpretan lo que los profesores explican.
- El docente debe conocer las ideas principales que los alumnos tienen acerca del tema que va a enseñar, para que en su clase pueda desarrollar algunas estrategias didácticas que le ayuden a superarlas.
- Es recomendable llevar a cabo experimentos y preguntar a los estudiantes acerca de sus interpretaciones para darse cuenta de la persistencia o modificación de sus ideas previas y apoyar su construcción conceptual.
- Es de suma importancia que los estudiantes tomen conciencia de sus ideas previas para que reflexionen sobre ellas y se esfuercen por su transformación.
- El docente debe llevar a cabo un autoanálisis, para saber si comparte ideas previas con sus alumnos y actúe oportunamente.
- Hay que hacer notar a los alumnos la necesidad de involucrarse en el proceso de construcción conceptual y modificar su actitud receptiva.
- Tener presente la evaluación continua del progreso del estudiante, en función de su

comprensión conceptual y las posibilidades de inferencia y explicación, que pueden implicar beneficios para la modificación de las ideas previas.

3.3.3. Las ideas previas y el cambio conceptual

Dentro de la investigación sobre ideas previas se propuso como objetivo educativo, su transformación, estableciendo la necesidad de modificarlas cuando estas son alternativas, y como forma para lograr un aprendizaje de los conceptos científicos.

Ejemplos para abordar el problema del cambio conceptual se remiten a diversos enfoques teóricos y epistemológicos, Strike y Posner (1985), Tiberghien (1994) entre otros, presentan un enfoque epistemológico centrado en el cambio de concepción y están inspirados por la propuesta de las revoluciones científicas de Kuhn (1970) y de los programas de investigación de Lakatos (1978).

El sentido de lograr esos cambios conceptuales en los alumnos, llevó no sólo a descubrir que las prácticas habituales de enseñanza son ineficaces, sino a tratar de transformar las orientaciones y las concepciones del aprendizaje con respecto a la ciencia. Según el modelo de Posner existen las condiciones del cambio conceptual cuando hay insatisfacción con la concepción que se tiene y cuando el individuo se encuentra con un nuevo concepto (científicamente aceptado) que es inteligible, le parece fructífero y plausible.

En ese sentido Flores (2004) indica que para lograr el cambio conceptual, es necesario reconocer que la situación es mucho más difícil que pretender una sustitución de ideas previas por las correspondientes ideas “científicamente correctas” que el antagonismo de explicaciones ante los alumnos y su supuesto conflicto cognitivo es un proceso insuficiente para lograr el cambio.

Asimismo, se han considerado diversos enfoques que tienen su origen en la visión de Piaget, como en el caso de Carey (1985). Según esta autora, los seres humanos nacemos con sistemas de conocimientos en algunos dominios, como el lenguaje, el de los objetos físicos y el de los números, que nos permiten organizar los estímulos del mundo exterior. Cada uno de estos es aplicado a diferentes conjuntos de entidades y fenómenos y se encuentran

organizados alrededor de ciertos principios centrales, diferentes para cada cuerpo de conocimientos, lo que se constituye en teorías a partir de las cuales los conceptos son explicados, organizar los estímulos del mundo exterior, para que podamos percibir ciertas cosas dentro de un dominio y razonar sobre ellas.

Estas teorías sufren modificaciones estructurales a lo largo de la vida, por ejemplo, cuando los conceptos que de ellas emergen son inadecuados para la comprensión del mundo, lo que le permite, postular que los conceptos pueden evolucionar o aprenderse a partir de lo que llama, el cambio conceptual.

En el caso de la psicología cognitiva han habido aportaciones significativas como las de Nersessian (2007), quien apoya los modelos mentales como el formato de representación más útil para contemplar los procesos de razonamiento que tienen lugar durante la resolución de problemas; es decir, las causas de cambio en las representaciones científicas que son fases creativas complejas y, por ello, difíciles de indagar, ello no implica que no sean procedimientos racionales y consecuentemente sujetos a patrones y regularidades que se pueden estudiar.

Por otra parte Chi (1992) concibe el cambio conceptual, como una reestructuración profunda en un dominio dado. Se produce únicamente cuando cambien también esos supuestos implícitos que subyacen a las teorías de dominio, superando las restricciones al procesamiento impuestas por el propio sistema cognitivo. Además propone rasgos más precisos, al concebir que el cambio conceptual se haga necesario cuando existe una incompatibilidad ontológica entre la teoría científica y la del alumno.

Algunos enfoques se han avocado a establecer una propuesta específica para el cambio conceptual, con la caracterización de modelos mentales como se ha mencionado o patrones cognoscitivos que los investigadores construyen para interpretar la forma de la elaboración de las representaciones de los alumnos y, en consecuencia, sus posibilidades de transformación, tales como los trabajos de Ogborn (1985).

También hay que considerar que el cambio de las ideas previas no es un proceso abrupto, sino es un proceso lento y gradual, reconociendo que las posibles transformaciones de las

ideas previas no ocurren de manera aislada. La transformación de una idea previa puede no tener independencia de otras, el proceso es mucho más complicado e intervienen en él diversos factores entre los que están el contexto, el nivel de comprensión de los conceptos, si se trata de relaciones causales o funcionales, entre otros.

Por último las ideas previas no se encuentran aisladas, ni pertenecen a una misma temática, un ejemplo es el movimiento, la célula, las reacciones químicas o la estructura de la materia, y pueden establecerse relaciones jerárquicas entre ellas. Por consiguiente, los modelos de cambio conceptual y los programas de desarrollo curricular se enfocan a observar la conversión de las ideas de los alumnos como un proceso interconectado (Flores, 2004). En ese sentido el docente se obliga a tener en mente nuevos enfoques que le permitan en el trabajo cotidiano del aula utilizar estrategias de enseñanza y aprendizaje para lograr la comprensión por parte del alumno de los temas a tratar en el ámbito educativo y cotidiano.

IV. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

4.1. Estrategias de enseñanza

Según Monereo *et al.*, (1994) el término estrategia procede del ámbito castrense, en el que se entendía como “el arte de proyectar y dirigir grandes movimientos militares” y en ese sentido la actividad del estratega se orientaba en proyectar, ordenar y dirigir dichas operaciones, de tal manera que se consiguiera la victoria. En ese mismo entorno, los pasos que forman una estrategia, son llamados técnicas o tácticas. Muchos autores han explicado qué es y qué supone la utilización de estrategias a partir de la distinción entre una técnica y una estrategia.

Las técnicas pueden ser utilizadas de forma más o menos mecánica, sin que sea necesario para su aplicación que exista un propósito de aprendizaje por parte de quien las utiliza; las estrategias en cambio son siempre conscientes e intencionales, dirigidas a un objetivo relacionado con el aprendizaje. Supone que las técnicas están subordinadas a las estrategias; también los métodos son procedimientos susceptibles de formar parte de las mismas, es decir, estas se consideran como una guía de acciones que hay que seguir, y que obviamente, es anterior a la elección de cualquier otro procedimiento para actuar (Nisbet y Shucksmith, 1987; Schmeck, 1988).

4.2. Los objetivos en la enseñanza y el aprendizaje

La diferenciación puede facilitarse si se centra en los objetivos de aprendizaje que se persiguen, cuando se espera como profesores, que los alumnos conozcan y utilicen un procedimiento para resolver una determinada tarea. Las actividades que se pueden plantear irán encaminadas a asegurar la correcta aplicación de ese procedimiento, repitiendo los pasos correctos de su utilización. Pero si se pretende, además, favorecer el análisis de las ventajas de una práctica sobre otra, en función de las características de la actividad concreta que hay que realizar, o de la reflexión sobre cuándo y por qué es útil aquella técnica o aquel método (y para ello se enseña a los alumnos a planificar su actuación, a controlar el proceso mientras resuelven la tarea y a valorar la manera en que esta tarea se ha llevado a cabo) el

proceso se complica y entran en juego las llamadas estrategias de aprendizaje (Monereo *et al.*,1994).

Esta forma de aprender a través de la toma consciente de decisiones, facilita el aprendizaje significativo (Ausubel, 1976) y promueve que los alumnos establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben (sus conocimientos) y la nueva información (los objetivos y características de la tarea que deben realizar) y decidir de forma menos azarosa los procedimientos más adecuados para realizar esta actividad. Asimismo, el alumno no sólo aprende cómo utilizar dichas formas, también cuándo, por qué y en qué medida, favorecen el proceso de resolución de la tarea (Monereo *et al.*, 1994).

Aunque si bien, no basta con este conocimiento sobre cómo utilizar o aplicar los diferentes procedimientos. Desde una perspectiva constructivista (Coll, 1990) no sólo interesa comunicar los conocimientos relacionados con cómo hay que utilizar determinados procedimientos, se pretende también, que el alumno construya su propio conocimiento sobre el apropiado uso de éstos. Esta construcción personal, que descansa en los conocimientos ya adquiridos, está muy relacionada con la reflexión activa y consciente respecto a cuándo y por qué es adecuado un procedimiento o una técnica determinada, o bien para identificar los requisitos que tanto el contenido como la situación de la enseñanza plantea, en el momento de resolver la tarea.

Una de las características de la actuación estratégica, infiere la necesidad de comprender esta actuación en el marco de una situación determinada de enseñanza y aprendizaje. Desde esta situación, se considera que la calidad del aprendizaje no depende de un supuesto coeficiente intelectual, ni de la sujeción de un conjunto de técnicas y métodos para estudiar con éxito, sino de la posibilidad de lograr las exigencias de las tareas en una situación de aprendizaje determinada y reconocer con los medios adecuados dicha información.

La aseveración de Nisbet y Schucksmith (1987) se sitúa claramente en este sentido: “el agente que distingue un buen aprendizaje de otro inconveniente es la capacidad de examinar las situaciones, las tareas, los problemas y responder en consecuencia, y esta capacidad

raras veces es enseñada o alentada en la escuela”.

Por lo tanto, el uso de estrategias lleva a considerar al docente, como un ente reflexivo, estratégico, que puede ser capaz de proponer lo que algunos autores han denominado una enseñanza estratégica (Jones *et al.*, 1999). De esta manera dos tipos de estrategias, de enseñanza y de aprendizaje se encuentran involucradas en la promoción de aprendizajes significativos de los contenidos escolares. En ambos casos se utiliza el término estrategia por considerar que el alumno o el docente, deberán emplearlas como procedimientos flexibles, heurísticos y adaptables, dependiendo de los distintos dominios de conocimiento, contextos o secuencias de enseñanza de que se trate. Ambas estrategias deben considerarse como complementarias dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, para lograr que el aprendiz sea autónomo y reflexivo; además, tienen como finalidad promover la mayor cantidad y calidad de aprendizajes significativos, lo que implica un valor pedagógico indiscutible, para introducir y enseñar a los alumnos cómo elaborar sus estrategias, con ayudas, explicaciones y ejercicios apropiados, para que lleguen a aprenderlas y a utilizarlas como genuinas estrategias de aprendizaje (Monereo *et al.*, 1994).

Actuar estratégicamente ante una actividad de enseñanza-aprendizaje supone ser capaz de tomar decisiones “conscientes” para regular las condiciones que delimitan la actividad en cuestión y así lograr el objetivo perseguido. En este sentido, enseñar estrategias implica instruir al alumno a decidir *conscientemente* su actuación cuando se oriente hacia el objetivo buscado y enseñarle a evaluar el proceso de aprendizaje.

A los profesores también les corresponden actuar estratégicamente cuando aprenden y sobre todo, cuando enseñan una materia; y esto obliga reformularse en términos del control consciente que el profesor será capaz de ejercer sobre sus procesos cognitivos (Monereo *et al.*, 1994). Por lo tanto los profesores que pretenden enseñar estrategias de aprendizaje a los alumnos deben enseñarles:

- A reflexionar sobre la forma adecuada de aprender, ayudándoles a analizar las operaciones y decisiones mentales que realizan, con el fin de mejorar los procesos cognitivos que ponen en acción.

- Identificarse como “aprendices”, a reconocer la dimensión y origen de sus dificultades, habilidades y preferencias en el momento de aprender, con el objetivo de tratar de anticipar y compensar sus lagunas y carencias durante el aprendizaje, consiguiendo un mejor ajuste entre sus expectativas de éxito y el rendimiento obtenido, y favorecer la aplicación de las actividades y ejercicios presentados a sus propias características.
- Estimular sus conocimientos previos sobre el material a tratar, y relacionarlos de manera sustancial con cada nueva información.
- Ser intencionales y propositivos cuando aprendan y a actuar con los demás, en particular con sus profesores, para ajustarse mejor a sus propósitos y demandas.
- Estudiar para aprender no sólo para aprobar y que lo aprendido es producto de un esfuerzo de comprensión. Mostrarles que aprender así, es más adecuado porque el conocimiento es más duradero y eficaz.

En relación con el papel de los profesores, es necesario reconstruir conscientemente los significados como “enseñantes”: qué es lo que conviene o no y qué debe hacerse, para que el alumno aprenda de forma consistente; lo que supone en último término, un reconocimiento de las habilidades y carencias como profesores. Y respecto a la intervención como profesionales, tomar en consideración los conocimientos que ha producido la investigación educativa sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje para cotejarlos con la práctica docente y reelaborar las ideas sobre cómo promover que “aprendan a aprender” (Monereo *et al.*, 1994).

La enseñanza es un proceso que se va ajustando en función de la actividad constructiva de los alumnos, es decir, la enseñanza como proceso que pretende el logro de aprendizajes significativos.

En este sentido, la enseñanza está a cargo del docente, es una construcción conjunta de los continuos y complejos intercambios con los alumnos y el contexto instruccional, que algunas veces tiene caminos no necesariamente predefinidos en su planificación.

También es necesario señalar que en cada aula donde se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje, se realiza una construcción conjunta de saberes entre enseñantes y aprendices, únicos e irrepetibles. En consecuencia es difícil considerar que existe una única manera de enseñar o un método infalible que resulte efectivo y válido para todas las situaciones de enseñanza y aprendizaje.

Con base en lo anterior, se puede decir que las estrategias de enseñanza son procedimientos que el docente utiliza en forma reflexiva y flexible, para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos (Mayer, 1984).

Dichas estrategias de enseñanza (Díaz-Barriga, 2005) se complementan con las estrategias o principios motivacionales y de trabajo cooperativo, teniendo en cuenta los siguientes aspectos esenciales, para considerar el tipo de estrategia que corresponda a cierto momento de la enseñanza:

- Atención a las características generales de los aprendices (su nivel de desarrollo cognitivo, ideas previas, y principios motivacionales).
- La condición de dominio del conocimiento general y del contenido curricular específico, que se va a abordar.
- La intención o propósito que se desea lograr y las actividades cognitivas y pedagógicas que debe realizar el alumno para conseguirlo.
- Evaluación constante del proceso de enseñanza (de las estrategias de enseñanza empleadas) y del aprendizaje de los alumnos.

Todos estos factores y su posible interacción constituyen un importante argumento para decidir por qué utilizar una estrategia y de qué modo hacer uso de ella. Algunas han demostrado en diversas investigaciones una alta efectividad, al ser introducidas como apoyos en textos académicos o en la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje. (Díaz-Barriga y Lule, 1977; Mayer, 1984; Hernández y García, 1991; West *et al.*, 1991; Balluerka, 1995; Eggen y Kauchak, 1999).

Dentro de las estrategias de enseñanza más representativas según Díaz- Barriga (2005) se tienen: objetivos, resúmenes, organizadores previos, ilustraciones, analogías, preguntas intercaladas, señalizaciones, mapas y redes conceptuales así como organizadores textuales.

Díaz-Barriga (2005) menciona que las estrategias se pueden ordenar según el momento de secuencia de la enseñanza en:

- Preinstruccionales, al inicio de la clase.
- Coinstruccionales, durante el desarrollo de la misma.
- Posinstruccionales, al término de una sesión.

Dentro de las estrategias preinstruccionales se encuentran las que preparan al estudiante en relación con qué y cómo va a aprender, teniendo entre éstas a los objetivos y organizadores previos.

Las estrategias coinstruccionales apoyan los contenidos curriculares, durante el proceso mismo de la enseñanza-aprendizaje e incluyen las ilustraciones, redes y mapas conceptuales, analogías y cuadros C-Q-A.

Las estrategias postinstruccionales, que se presentan al término de la enseñanza, permiten al estudiante formarse una visión sintética, integradora y crítica del contenido, valorando en algunos casos su propio aprendizaje. Se conforma de resúmenes, organizadores gráficos (cuadros sinópticos), redes y mapas conceptuales.

4.3. Estrategias de aprendizaje

Las estrategias de aprendizaje han tenido muchas y variadas definiciones que se han propuesto para conceptualizarlas (Monereo, 1990; Nisbet y Shucksmith, 1987), y en términos generales coinciden en ciertos puntos:

- Son formas o secuencias de acciones.
- Representan actividades conscientes y voluntarias.

- Llevan a cabo varias técnicas, o actividades específicas.
- Buscan un propósito determinado como es el aprendizaje y la solución de problemas.
- Van más allá de “los hábitos de estudio” porque se realizan flexiblemente.
- Pueden ser abiertas (públicas) o encubiertas (privadas).
- Son herramientas con cuya ayuda se desarrollan las actividades de aprendizaje y la solución de problemas (Kozulin, 2000).
- Son elementos socioculturales aprendidos en contextos de interacción con alguien que sabe más (Belmont, 1989; Kozulin, 2000).

Con base en lo expuesto, las estrategias de aprendizaje son conjuntos de pasos, operaciones o habilidades que un aprendiz emplea en forma consciente, controlada e intencional, como instrumentos flexibles para aprender significativamente y solucionar problemas (Díaz-Barriga *et al.*, 1986). Otros autores (Pozo y Postigo, 1994), mencionan algunos de los rasgos más característicos de las estrategias de aprendizaje:

- El empleo de las estrategias es controlado y no automático; demanda una toma de decisiones, conlleva una actividad previa de planificación y un control en su ejecución, en ese sentido las estrategias de aprendizaje precisan de la aplicación del conocimiento metacognitivo y autorregulatorio.
- La utilización experta de las estrategias de aprendizaje necesita de una reflexión profunda sobre el estilo de emplearlas; es necesario que se dominen las secuencias de acciones, las técnicas que la constituyen y que se sepa cómo y cuándo aplicarlas flexiblemente.
- Su aplicación requiere que el aprendiz las sepa seleccionar adecuadamente de entre varios recursos y capacidades que tenga a su disposición. Se utiliza una actividad estratégica en función de demandas contextuales determinadas y de la consecución de ciertas metas de aprendizaje.

Diversos autores distinguen entre varios tipos de conocimiento que se posee y se utilizan en

las estrategias de aprendizaje (Brown, 1975; Flavell y Wellman, 1977), los cuales son:

1. Procesos cognitivos básicos: son todas aquellas operaciones y procesos involucrados en el procesamiento de la información, como atención, percepción, codificación, almacenaje, “mnémicos” y de recuperación.
2. Conocimientos conceptuales específicos: los cuales se refieren al bagaje de hechos, conceptos datos y principios que se poseen sobre distintos temas, el cual está organizado en forma jerárquica, constituido por esquemas. Brown (1975), ha denominado “*saber*” a este tipo de conocimiento (conocimiento previo).
3. Conocimiento estratégico: tiene que ver directamente con lo que se ha llamado estrategias de aprendizaje. Brown (1975), lo describe de manera acertada de saber *cómo conocer*.
4. Conocimiento metacognitivo: referido al qué y cómo sabemos, así como la comprensión que se tiene sobre los procesos y operaciones cognitivas cuando se aprende, recordando o solucionando problemas. Brown (1975), lo describe como conocer sobre el conocimiento.

Estos tipos de conocimiento interactúan en formas intrincadas y complejas cuando el aprendiz utiliza las estrategias de aprendizaje.

Al mismo tiempo, se debe señalar que no existen estadios de desarrollo (en el sentido estricto del término) para el caso de estrategias cognitivas. Algunas de éstas pueden aparecer en etapas tempranas de aprendizaje, y en momentos más tardíos del avance, dependiendo del dominio de que se trate y del grado de experiencia de los aprendices en dichos dominios particulares (Díaz-Barriga y Hernández, 2005). Es posible describir las fases de adquisición o internalización de las estrategias cognitivas, como por ejemplo:

- Ciertas estrategias son adquiridas sólo con instrucción extensa, mientras que otras se aprenden muy fácilmente (Garner y Alexander, 1989).

- Otras estrategias suelen ser muy específicas para dominios particulares, mientras que algunas tienden a ser valiosas para varios de ellos.
- El aprendizaje de las estrategias está sujeto de factores motivacionales del aprendiz, de que éste las perciba realmente útiles.
- La selección y utilización de estrategias en el ámbito escolar depende también de algunos factores contextuales, como: las interpretaciones que los estudiantes hacen de las intenciones o propósitos de los docentes cuando éstos enseñan o evalúan (Ayala *et al.*, 1993), la coherencia de las actividades estratégicas con las actividades evaluativas, y las condiciones que puedan afectar el uso de las estrategias (Thomas y Rohwer, 1986).

4.4. Metacognición

La metacognición ha sido objeto de diversas investigaciones (por ejemplo, la piagetiana, la sociocultural, la del procesamiento de la información y la cognitivo-conductual) (Brown, 1987; Martí, 1995), las cuales de uno u otro modo han tratado de abordar asuntos asociados a distintos aspectos a los procesos metacognitivos.

Una línea de investigación está asociada al concepto de “conocimiento acerca de la cognición”, que según Brown, es de tipo “estable, constatable y falible”, se supone que su aparición es comparativamente tardía en el desarrollo cognitivo, ya que implica una acción reflexiva consciente sobre lo que se sabe.

De acuerdo con Díaz-Barriga (2005) el conocimiento que tiene una persona sobre su propio conocimiento es aparentemente estable; se sabe que algún área de la cognición generalmente no varía de una situación a otra; es verificable o verbalizable porque cualquiera “puede reflexionar sobre sus procesos cognitivos... y discutirlos con otros” (Brown, 1987), y se considera falible porque “el niño o el adulto pueden conocer ciertos hechos acerca de su cognición que (verdaderamente) no son ciertos” (Brown, 1987).

Brown señala que a esta área se le puede atribuir, con certeza, el término metacognición. En este sentido, afirma que es el conocimiento sobre nuestros procesos y productos del conocimiento.

Otro de los autores considerado pionero, es Flavell, el cual analiza el concepto de metacognición y señala que puede dividirse en dos ámbitos de conocimiento (Flavell, 1993): el conocimiento metacognitivo y las experiencias metacognitivas.

El conocimiento metacognitivo referido a “aquella parte del conocimiento del mundo que se posee y que tiene relación con asuntos cognitivos” (Flavell, 1977).

El conocimiento metacognitivo está estructurado a partir de tres tipos de variables que se relacionan entre sí:

1. Variable de persona: referida a los conocimientos o creencias que un individuo tiene sobre sus conocimientos, sus capacidades y limitaciones como novato de diversos temas, y respecto a los conocimientos que dicha persona sabe que poseen otras personas (compañeros, maestros); es por medio de este conocimiento que el aprendiz consigue establecer diversas relaciones comparativas.
2. Variable tarea: son conocimientos que un aprendiz posee sobre las generalidades específicas de las tareas y de éstas en relación con él mismo. Flavell (1993), distingue dos subcategorías:
 - El conocimiento que tiene una relación con el carácter de la información implicada en la tarea.
 - El conocimiento sobre las pretensiones que se involucran en la tarea.
3. Variables de estrategia: son conocimientos que un aprendiz tiene sobre las diferentes estrategias y técnicas que posee para distintas tareas cognitivas (aprender, comprender, lenguaje oral y escrito, percibir y solucionar problemas), así como su

modo de aplicación y eficacia.

En ese sentido las experiencias metacognitivas, son de tipo consciente sobre cuestiones cognitivas o afectivas (pensamientos, sentimientos, vivencias). No toda experiencia que tiene el individuo es así, para que se considere como tal es necesario que posea relación con alguna tarea o empresa cognitiva. Por ejemplo, cuando se siente que algo es difícil de aprender, comprender o solucionar, cuando a uno le parece que está lejos de conseguir la realización completa de una tarea cognitiva o cuando uno cree que está cada vez más próximo a conseguirla, o también cuando se percibe que una actividad es más fácil de realizar que otras. Éstas experiencias pueden acontecer antes, durante y después de la realización del proceso cognitivo, suelen ser momentáneas o prolongadas, simples o complejas.

Flavell (1979) menciona algunas de los alcances de las experiencias metacognitivas en la realización de tareas cognitivas:

- Logran contribuir a establecer nuevas metas o abandonar las anteriores.
- Afectan el conocimiento metacognitivo, aumentándolo o depurándolo.
- Colaboran de forma activa en el involucramiento de estrategias específicas y de habilidades metacognitivas (autorreguladoras).

Por otra parte Elosúa y García (1993) mencionan algunas características de la metacognición y autorregulación como actividades relacionadas con el “control eficaz” al hacer una tarea cognitiva, como la planificación, predicción, monitoreo, revisión continua y evaluación, cuyas actividades el estudiante realiza cuando aprende o soluciona un problema y son:

1. La comprensión de la cognición (**metacognición**).

- Conocimiento del “qué”.
- Noción del “cómo”.
- Discernimiento del “cuándo” y el “dónde”.
- Variables o categorías de persona, tarea y estrategia.
- Experiencias metacognitivas.

2. La regulación del conocimiento (autorregulación).

- Organización y aplicación del conocimiento.
- Monitoreo y supervisión (regulación, seguimiento y comprobación).
- Evaluación (relacionada con las categorías de las personas, tareas y estrategias).

4.5. La evaluación

Es común relacionar el término evaluación con la tarea de realizar mediciones, que pueden ser cuantitativas o cualitativas pero va más allá, porque involucra otros factores no sólo los instrumentos que se usan. La evaluación cuenta también con la emisión de juicios de valor sobre algo o alguien, en función de un determinado propósito y la necesidad de tomar decisiones, por lo que no se debe reducir el acto de evaluación al proceso de medición. La toma de decisiones se debe realizar evaluando permanentemente para poder elegir lo que se considera acertado (Díaz-Barriga, 2005).

Es por eso que en los últimos tiempos los temas relativos a la evaluación han adquirido gran importancia, hasta convertirse en uno de los puntos prioritarios de atención de los análisis, las reflexiones y los debates psicopedagógicos. Bastantes y diversas son las razones idóneas de explicar esta importancia, así como la efervescencia y el tono categórico e incluso la aspereza con que en ocasiones se presentan los debates y propuestas sobre los diversos aspectos de la evaluación, los cuales se producen y se formulan en los foros profesionales.

Sin embargo hay una razón que se destaca por su inmediatez y por la vivencia directa que

proporciona el ejercicio diario: escasas tareas plantean dudas y crean tantas contradicciones a los profesores, independientemente de los niveles educativos en que se está ejerciendo, como aquellas relacionadas con la evaluación y las actuaciones o decisiones aunadas a ella (Coll *et al.*, 1993).

Con estos referentes no se puede presentar una falta de argumentos respecto a las propuestas teóricas, metodológicas e instrumentales, la disertación psicopedagógica generada en el ambiente educativo, que brinda en la actualidad una serie de reflexiones y propuestas sobre la evaluación que no son en absoluto despreciables ni en número, ni en interés (Coll, 1990).

Términos y conceptos como los de evaluación inicial, formativa y sumativa forman parte del acervo profesional; se ha tomado conciencia de que existen diferentes formas de evaluación y de que ésta puede y debe cumplir funciones distintas, por lo que es necesario utilizar procedimientos y técnicas de evaluación igualmente diferentes (Coll *et al.*, 1993).

Por consiguiente, se asume que no basta con evaluar los aprendizajes que llevan a cabo los alumnos, es necesario además evaluar la propia actuación como docentes y las actividades de enseñanza que se planificaron y se desarrollaron con ellos.

Evaluar los aprendizajes realizados por los alumnos equivale a determinar hasta qué punto han desarrollado o aprendido ciertas capacidades como resultado de la enseñanza recibida, y por lo tanto preguntarse si los procedimientos e instrumentos que se utilizan permiten tener una concordancia de los progresos que realizan en el desarrollo y aprendizaje de esas capacidades, y cómo dichos progresos se vinculan con la actividad docente (Coll *et al.*, 1993).

La enseñanza eficaz, desde la mirada constructivista, es la que consigue ajustar el tipo y la intensidad de la ayuda proporcionada a las incidencias del proceso de construcción de significados que llevan a cabo los alumnos. La evaluación de la enseñanza, por tanto no puede ni debe concebirse al margen del aprendizaje, si se ignora esto, equivale a sentenciar en gran medida la estimación de la enseñanza a un ejercicio más o menos formal y, por otra,

a limitar el interés de la estimación de los aprendizajes a su potencial utilidad para tomar decisiones de promoción, acreditación o titulación.

Cuando se evalúan los aprendizajes que han realizado los alumnos, se está evaluando también, se quiera o no, la enseñanza que se ha llevado a cabo; la evaluación no es, en sentido estricto, de la enseñanza o del aprendizaje, como los procesos involucrados en éstos (Coll *et al.*, 1993).

Asimismo, no se puede negar que la evaluación educativa es una actividad compleja, pero al mismo tiempo constituye una tarea necesaria y fundamental en la labor docente (Díaz Barriga, 2005).

Se puede decir entonces que la evaluación educativa es un proceso por medio del cual cada docente recoge información en forma continua y permanente sobre los avances, dificultades y logros de los aprendizajes de los jóvenes, con la finalidad de analizar, reflexionar y emitir juicios de valor para tomar decisiones oportunas y pertinentes, para mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes (Lobera, 2006).

Cada docente es responsable de la tarea evaluativa en su aula, recordando que el proceso de enseñanza-aprendizaje es una actividad que se valora cualitativamente, de la misma manera, se debe considerar que en el momento de evaluar se debe tener presente que las dificultades o necesidades que se tengan son parte del proceso de aprendizaje. La evaluación como proceso continuo facilita la obtención de información relevante sobre los distintos momentos y situaciones de enseñanza-aprendizaje de los alumnos (Lobera, 2006) caracterizándose por ser:

- **Formativa.** Su finalidad es orientar y mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, buscando el desarrollo integral del alumno.
- **Continua.** Se lleva a cabo en forma progresiva durante todo el proceso.
- **Integral.** Se valora el progreso y desarrollo de todos los aspectos (motor, social, afectivo y cognitivo) de los alumnos, considerando todos los elementos y procesos relacionados con la evaluación.

- Flexible e individualizada. Debido a que considera los ritmos, estilos y características de aprendizajes propios de cada estudiante.
- Participativa. Abarca a todos los agentes que participan del proceso educativo.
- Decisoria. Porque se expresan juicios de valor y se procede a la toma de decisiones oportunas y pertinentes para mejorar los aprendizajes.
- Científica. Utiliza métodos, estrategias, técnicas e instrumentos confiables y válidos.

V. BASES DISCIPLINARIAS

5.1. Antecedentes del concepto de biodiversidad

La biodiversidad como término, es reciente, surgió ligado a las instituciones académicas y organismos nacionales e internacionales dedicados a la conservación biológica, y como un concepto sintético que incluye por igual enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía. Este concepto implica una finalidad práctica: la evaluación de los ambientes naturales y sobre todo perturbados del planeta. En ese sentido el término biodiversidad implica diferentes tipos de diversidad como son: genética, de especies y de ecosistemas.

El concepto de biodiversidad, implica la riqueza biótica en un espacio y tiempo determinados. Dado su significado práctico, también conlleva un componente geopolítico, por lo tanto, el empleo del término *megadiversidad biológica*, propuesto por Mittermeir y su utilización como un elemento de negociación internacional (en la cumbre de Río) otorgan a este concepto una dimensión nueva, referida a regiones del planeta que albergan una gran cantidad de diversidad de especies de fauna, flora y variaciones en topografía y clima (Toledo, 1994).

El significado de biodiversidad surgió básicamente de dos trabajos publicados en 1980 (Núñez *et al.*, 2003). Por un lado, Lovejoy (1980) hizo algunas recomendaciones para el Reporte Global 2000, revisó varios temas ambientales globales como la energía, las poblaciones humanas, la economía, así como recursos forestales globales y las consecuencias de su explotación como el cambio climático, destacándose algunas estimaciones sobre la extinción de especies. Escribió el reporte acerca de la diversidad biológica y aunque no la define formalmente, emplea el término al referirse al número de especies presentes. Por otro lado, Norse y McManus (1980) elaboraron un capítulo para el 11° Reporte Anual del Consejo en Calidad Ambiental (Jeffries, 1997; Harper y Hawksworth, 1995); en él se examina la biodiversidad global y la definen con dos conceptos relacionados entre sí: diversidad genética (la cantidad de variabilidad genética dentro de las especies) y diversidad ecológica (en número de especies en una comunidad de organismos). Ubicaron en el mismo nivel la diversidad biológica con la riqueza de especies al referirse al número de especies de una comunidad de organismos (Jeffries, 1997).

En estas publicaciones, la biodiversidad se planteó a una escala global, relacionándola con argumentos más amplios y no solamente de índole biológico. El valor de la biodiversidad, actual y potencial, se hacía patente, reconociéndose que la actividad de los ecosistemas naturales provee lo que ahora se denomina servicios o funciones vitales para la salud del planeta (Núñez *et al.*, 2003). Resulta evidente que en estos documentos la biodiversidad no debía verse únicamente como un objeto de estudio de la biología (Jeffries, 1997).

Hoy en día, hablar de biodiversidad es un tema obligado, ya que la conservación de la misma ha adquirido relevancia en diferentes ámbitos de la actividad humana; sin embargo, cuando se habla de este tema en reuniones, congresos, conferencias, publicaciones especializadas y en los diarios, no se tiene la misma concepción y se tocan distintos aspectos de ella (Núñez *et al.*, 2003). Wilson (1997), define a la biodiversidad como “toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, hasta los organismos que componen toda o una parte de una comunidad, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo” comprendiendo con esto todos los tipos y niveles de variación biológica.

El concepto de biodiversidad, a partir de la década de los años 80, ha tenido un constante aumento en cuanto a referencias y publicaciones, pero no todas se ajustan a las mismas formas y dimensiones, difieren dependiendo del lugar en el que se encuentran inmersas. En la esfera científica, este comportamiento depende de la disciplina y el área de trabajo del investigador; también se ha observado el empleo de diferentes definiciones en la articulación de convenios y acuerdos internacionales, así como en la toma de decisiones en distintos espacios.

5.2. Importancia de la biodiversidad en el proceso evolutivo

En los últimos años la inquietud por la conservación de la biodiversidad se ha convertido en un “paradigma de lo que se tiene y se está perdiendo, el símbolo del planeta en que la cultura y concepción del universo han evolucionado, mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible” (Halffter y Ezcurra, 1992), y que “puede eventualmente destruir la base

de la existencia humana” (Leemans, 1999).

La biodiversidad se encuentra en una situación difícil por la pérdida del ambiente natural (Gaston y Spicer, 1998), aún así cuando el ser humano interactúa con la diversidad biológica de manera cotidiana y con numerosas formas. El significado de biodiversidad no ha creado imágenes suficientemente claras en los distintos sectores y grupos sociales, sus implicaciones no han sido comprendidas en toda su magnitud y su manejo es confuso, lo que ha limitado la participación social en la formulación de políticas públicas en la materia. Esto se debe en parte a que el concepto de biodiversidad es complejo, que trasciende a los niveles de la vida, desde los genes hasta las comunidades y ecosistemas (Savard *et al.*, 2000) lo que dificulta su enunciación y por lo tanto su interpretación en las estrategias educativas y de comunicación.

La biodiversidad conlleva la propiedad de los sistemas vivos de ser distintos, es decir, diferentes entre sí; no es una entidad, sino una propiedad (Solbrig, 1994), es un elemento esencial de todos los sistemas biológicos (Halffter y Ecurra, 1992). Es también una característica de las muchas formas de adaptación e integración de las especies a los ecosistemas de la Tierra, y no un mero recurso (Solbrig, 1994). La biodiversidad es el resultado de procesos y patrones ecológicos y evolutivos irrepetibles (Jeffries, 1997). Por consiguiente, la disposición actual de la diversidad biológica se explica históricamente mediante el análisis de los procesos que le han dado origen, que la han mantenido y alterado, como la diversificación genética y de especies, las extinciones y la dinámica de las comunidades y los ecosistemas (Núñez, *et al.*, 2003).

La evolución humana debe verse como un proceso vinculado al origen y sustentación de la diversidad biológica en su conjunto (Solís *et al.*, 1998). La biodiversidad proporciona las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales los seres humanos obtienen beneficios. Como son la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelo y el control de la erosión, la fijación de nitrógeno, el incremento de los recursos alimentarios de cosechas y su producción, el control biológico de plagas, la polinización de plantas, la regulación del clima, los productos farmacéuticos y naturistas, la retención del dióxido de carbono y muchos más (Loa *et al.*, 1998). La humanidad se beneficia de estos

servicios y bienes, muchos de los cuales se encuentran asociados a valores religiosos, culturales, éticos y estéticos (de Alba y Reyes, 1998); sin embargo las sociedades industrializadas han impulsado modelos con los patrones económicos imperantes para convertir ecosistemas complejos en ecosistemas simples, poniendo en peligro la estabilidad de los procesos biofísicos de la vida y provocando lo que se ha dado en llamar “la crisis de la biodiversidad” ocasionado la extinción de un creciente número de plantas y animales (Toledo, 1994).

Ante este panorama, disciplinas como la Economía y la Ecología pretenden darle un valor cuantitativo a la biodiversidad, aunque para algunos autores esto es imposible teórica y metodológicamente de realizar (Toledo, 1998). Sin embargo, se conocen algunos estudios cuya finalidad es estimar el valor de una gran variedad de servicios ecológicos. Un ejemplo es el de Costanza *et al.*, (1997) que determinó valores para los servicios ecológicos por unidad de área por bioma, multiplicando por el área total de cada uno y sumando a todos los servicios y comunidades. Esta estimación permite una primera aproximación de la magnitud relativa y el valor económico de los servicios ecológicos globales, lo cual ayuda a apreciar nuestra dependencia de los sistemas biológicos y establecer la base para desarrollar políticas públicas con el fin de proteger esos servicios (Reid, 2001).

5.3. La clasificación en biología

La clasificación en biología se utiliza como un instrumento en el intento de ordenar la diversidad, esta es importante para los biólogos, porque establece las relaciones filogenéticas entre organismos, lo que queda en el hecho de que una de las ramas de la disciplina conduce estrictamente a las bases, principios, procedimientos y reglas de las clasificaciones: la taxonomía (Mengascini y Menegaz, 2005).

El punto de vista taxonómico, plantea que hay una serie de criterios generales aprobados para la generación y validación de las clasificaciones (Crisci y López Armengol, 1983); deben de ser estables, el incremento de nueva información no tiene que modificar radicalmente la estructura general, no deben modificarse por el agregado de nuevos organismos a los grupos ya establecidos; se comprometen a ser predictivas, avalando que una propiedad conocida

para la mayoría de las entidades de un grupo tenga una alta probabilidad de estar presente en aquellas entidades de ese grupo todavía no examinadas; y así mismo que sea posible, en una serie ordenada de acuerdo con un criterio apropiado, predecir la existencia de clases o grupos que la completen.

Para intentar realizar un ordenamiento de la diversidad natural, se pueden utilizar dos supuestos antagónicos (Crisci y López Armengol, 1983), según los cuales:

- las clasificaciones reflejan un orden natural que existe por sí mismo, y se evidencia a través de las discontinuidades entre una entidad y otra.
- las clasificaciones plantean un orden artificial, y por lo tanto las categorías son constructos hechos por el hombre.

Una vez definidos los sistemas clasificatorios, funcionan como marcos de referencia y condicionan la observación y la interpretación. De esta forma, las clasificaciones no sólo son modelos de ordenar, sino guías para la acción, ya que la forma de organización de la información que presentan, permite generar preguntas nuevas (Mengascini y Menegaz, 2005).

En la enseñanza de la biología, el método de las clasificaciones permite afrontar los contenidos que, a su vez, sean adecuados al campo de producción disciplinaria. Las actividades vinculadas a la producción de ordenamientos implican procesos con diferentes niveles de complejidad. Por ejemplo, al categorizar se ponen en juego procedimientos como: reconocer atributos, establecer similitudes y diferencias, reconocer regularidades, seleccionar criterios de clasificación, establecer categorías y establecer jerarquías (de Pro, 1997, 1998).

El diccionario de Historia de la Ciencia (Bynum *et al.*, 1986) define la clasificación como: “La colocación de objetos dentro de grupos o clases, usualmente sobre la base de similitudes percibidas o diferencias”. Esta definición es igualmente aplicable al ordenamiento de organismos en taxonomía y a las muchas actividades de ordenamiento en la vida diaria. Una clasificación de organismos es basada en parte en la posesión de diversos atributos.

La construcción de clases en la clasificación involucra un número consecutivo de pasos (Mayr y Ashlock, 1991), como los siguientes:

- Entidades (especies) para ser clasificadas, son reunidas en clases o entidades similares que son homogéneas como posibles.
- Una entidad dada es incluida en la clase como el miembro del cual es parte con un gran número de atributos.
- La separación en clases es establecida por muchos artículos que son además diferentes para ser incluidos previamente en una de las clases.
- Los grados de diferencia entre clases es expresado por la colocación en las jerarquías de casilleros. Cada nivel de categoría (posición) en la jerarquía expresa un cierto grado de diferencia.

5.3.1. Antecedentes de las clasificaciones en biología

Las agrupaciones en tiempos de Aristóteles (384-322 a.C.) se basaban en el esencialismo (Muñoz-Chápuli, 1998) el naturalista trata de distinguir, en las características de los organismos, las que son esenciales (las que definen su “esencia”, su “causa formal”) de las que no lo son (caracteres accidentales, no esenciales). De esta manera una especie determinada de tipo, un género o familia concreta, revelan caracteres “diagnósticos”, básicamente morfológicos, que permite agrupar a los organismos en especies, o a los taxones de inferior categoría en taxones de categoría superior, la tarea del sistemático sería, por tanto, la de identificar los caracteres esenciales y realizar agrupaciones y clasificaciones en función de ellos.

El conocimiento de la sistemática radica en la nominación y ordenamiento de los seres vivos de acuerdo con unas normas aceptadas por la comunidad científica; en la actualidad, las normas más aceptadas constituyen un sistema denominado linneano (Muñoz-Chápuli, 1998) en honor de Carlos Linneo (1707-1778) este sistema se basa en dos principios:

1. Cada especie (planta, animal, hongo, protista, bacteria) recibe un nombre único, en latín, construido con dos palabras (un binomio), el cual consta de un nombre genérico escrito con mayúscula, que puede ser común a varias especies próximas, y un epíteto específico que se

escribe con minúscula, por ejemplo *Homo sapiens*, *Canis familiaris* o *Solanum tuberosum*, que respectivamente son, hombre, perro y papa.

2. La clasificación de organismos es un sistema jerárquico, es decir, consta de grupos dentro de otros grupos, cada grupo situado a un nivel particular, en este sistema, cada nivel se llama taxón, y en el nivel que se le asigna se llama categoría.

El intervalo de categorías taxonómicas intermedias entre especie y reino constituye una jerarquía, las especies emparentadas en forma estrecha se asignan al mismo género, y los géneros con relación cercana se agrupan en una misma familia, la cual se agrupa en órdenes, los órdenes en clases, las clases en phyla y éstas en reinos.

Desde tiempos de Aristóteles hasta mediados del siglo XIX, los naturalistas utilizaban la división de los organismos en dos reinos: Plantae y Animalia (Margulis y Schwartz, 1985). Después del desarrollo de los microscopios, se hizo evidente que muchos organismos no podían asignarse al reino vegetal o animal, como *Euglena*, que en ocasiones distintas se le ha asignado al reino vegetal y al animal, realiza la fotosíntesis en presencia de luz, y en la oscuridad utiliza su flagelo para desplazarse en busca de alimento. En 1866, Haeckel, propuso el establecimiento de un tercer reino, el reino Protista, para dar cabida a bacterias y otros microorganismos que no parecían ajustarse en el reino vegetal o animal. Chatton sugirió en 1937, el término *procariontes* para describir las bacterias y algas cianofíceas; el término *eucariotas* para describir las células de plantas y animales (Margulis y Schwartz, 1985).

Whittaker (1969) propuso una clasificación de cinco reinos sugiriendo que los hongos se clasificaran en un reino propio, Fungi, y no como parte del reino vegetal, ya que los hongos no son fotosintéticos, deben absorber nutrientes producidos por otros organismos, difieren de las plantas en sus paredes celulares, estructura corporal y modos de reproducción.

En 1977, Woese utilizó métodos de determinación de secuencias de bases en RNAr (Olsen, y Woese, 1977) y estas secuencias de bases son diferentes a las de las bacterias. Eligió el RNAr porque participa en la síntesis de proteínas, refutando el punto de vista de que todos los procariontes tenían relación y similitud mutuas, y propuso que existen dos grupos

fundamentales distintos, arqueobacterias y eubacterias y que los procariotas constituyen dos de las tres ramas principales de organismos (planteando tres dominios). Este concepto se apoyó cuando Bult (1996) publicó en la revista *Science*, que se había determinado la secuencia de bases de todo el genoma de una arqueobacteria metanógena, *Methanococcus jannaschii* comparando las secuencias génicas de ésta y de dos eubacterias, cuyo genoma ya se había secuenciado; observaron que más de la mitad de los genes coincidían. Con base en esta prueba molecular y otras más, muchos biólogos dividen a los procariotas en los dominios Eubacteria, Arqueobacteria y a los eucariotas en el dominio Eukarya teniendo por lo tanto seis reinos incluidos en tres dominios.

5.3.2. Criterios en la elaboración de categorías y jerarquías

Según Ball (1994), menciona a la sistemática como el estudio de la diversidad o de las relaciones entre los organismos desde el nivel de población o en un nivel superior. Los sistemáticos o especialistas en sistemática, proponen actualmente sistemas de clasificación para reconstruir las relaciones evolutivas o filogenia de los organismos, y una vez establecidas y definidas estas relaciones, la categorización de los organismos puede basarse en sus ancestros comunes. Una población de individuos tiene una dimensión espacio-temporal, cada una se extiende hacia atrás en el tiempo, y como las ramas de un árbol, puede divergir de otras lo suficiente hasta convertirse en una nueva especie. Además, las especies tienen diversos grados de relación entre sí, de acuerdo con la magnitud de la divergencia genética, desde que sus poblaciones se ramificaron a partir de un ancestro común.

Mayr (1969) menciona que el evolucionismo supone que la mejor clasificación será aquella que exprese la genealogía de los taxa y otros factores tales como el grado de divergencia con respecto al antecesor, los grupos formados serán tanto monofiléticos como parafiléticos (grupo que contiene un ancestro común y sólo algunos de sus descendientes). Y acepta grupos polifiléticos, consistentes en varias líneas evolutivas sin un ancestro común, basados en convergencias.

La escuela cladista o filogenética ha postulado que las relaciones que permiten la cohesión de organismos y especies, vivientes o extintas, son relaciones genealógicas (Hennig, 1966).

De acuerdo con esto, la identificación de unidades taxonómicas se basa sólo en el reconocimiento de grupos monofiléticos, que deben estar constituidos por la especie ancestral y todas las descendientes directas que comparten una serie de caracteres derivados (sinapomorfias). Simpson (1961) menciona tres reglas para la clasificación biológica:

1. Todos los taxa deben de ser monofiléticos (cada taxón debe incluir sólo a su ancestro y a todos sus descendientes).
2. Los grupos fraternos (los dos o más taxa descendientes de cada punto de ramificación en la filogenia) deben recibir el mismo rango, a pesar de la diversidad subsecuente de cada linaje.
3. El rango asignado a los taxa, debe ir de acuerdo con la cercanía de descendencia o a la respectivamente reciente ancestría común: es decir, dentro de un taxón de alto rango la mayoría de los géneros son más jóvenes que las familias en que están incluidos y gran parte de las familias son más jóvenes que los órdenes en los cuales están incluidos, algunos taxa son tan antiguos como los taxa en los cuales están incluidos, pero no más viejos.

En la sistemática filogenética, la filogenia de los taxa se infiere al hacer comparaciones de los estados del carácter, interpretados en términos de los principios de homología, parsimonia y varias reglas, como la Ley de Dollo (propuesta en 1890 por Louis Dollo) afirma que un carácter complejo, una vez perdido, no es probable que se adquiriera otra vez en su forma original. Los agrupamientos se hacen con base en los estados de carácter compartidos que se infieren como derivados, esto es, apotípicos (taxa) o apomórficos (caracteres) en el lenguaje formal de la sistemática filogenética. El antónimo de apomórfico es plesiomórfico, que planteado por medio de una hipótesis significa un estado de carácter ancestral, por ejemplo, en los mamíferos, para el carácter “modo de nacimiento”, la oviparidad es plesiomórfica y la viviparidad es apomórfica (Ball, 1994).

Al evaluar semejanzas, los sistemáticos filogenéticos consideran rasgos estructurales,

fisiológicos, conductuales y moleculares, buscando homología en diferentes organismos.

Así, un carácter de dos o más taxa, es homólogo si este carácter se encuentra en el ancestro común de estos taxa, o dos caracteres son homólogos si uno es directa o secuencialmente derivado de los otros.

La Homoplasia es un carácter encontrado en dos o más especies, si el ancestro común de estas especies no tiene el carácter en cuestión o si un carácter no fue el precursor del otro (Wiley, 1981).

5.3.3. Los grandes grupos de organismos

Actualmente se considera la clasificación con base en tres dominios (Eubacteria, Arqueobacteria y Eukarya) y seis reinos, (Olsen y Woese, 1977) los cuales son:

1. Dominio Eubacteria. Son procariontes, unicelulares, microscópicos, sin intrones, anaerobios o aerobios, con paredes celulares por lo general compuestas de peptidoglucanos, la mayor parte descomponedores, algunos parásitos y patógenos, otros autótrofos, quimiosintéticos, otros más fotosintéticos, importantes en la recirculación del nitrógeno y en la industria.
2. Dominio Arqueobacteria. Procariontes unicelulares, microscópicos, con intrones, paredes celulares sin peptidoglucanos, difieren bioquímicamente de las eubacterias, las arqueobacterias metanógenas son anaerobias, viven en el alcantarillado, pantanos y tubo digestivo de animales, las halófilas habitan en ambientes salados y las termófilas en hábitats calientes y a veces ácidos.
3. Dominio Eukarya que incluye al Reino Protista. Eucariontes sobre todo unicelulares, algunos multicelulares simples, tres grupos informales (no taxones): protozoarios, algas y mohos deslizantes y acuáticos.
 - Protozoarios: microscópicos, heterótrofos, la mayoría se mueven mediante flagelos, cilios o seudópodos, parte importante del zooplancton y en muchas cadenas alimentarias, algunos parásitos y patógenos.

- Algas: fotosintéticas, autótrofas, a veces difíciles de diferenciar de los protozoarios, algunas tienen pigmentos pardos o rojos, además de clorofila, algunas con alternancia de generaciones, productores importantes, en especial en ecosistemas marinos y de agua dulce, fuentes importantes de oxígeno.
- Mohos deslizantes y mohos acuáticos: heterótrofos, algunos terrestres se reproducen formando esporas, con un modo de alimentación variado.

Reino Fungi. Eucariontes, heterótrofos, absorben nutrimentos, no fotosintéticos, cuerpo compuesto de hifas filamentosas que constituyen marañas que se infiltran en el alimento o hábitat, paredes celulares de quitina, descomponedores, algunos parásitos y patógenos.

Reino Plantae. Eucariontes, multicelulares, fotosintéticos, con órganos reproductores multicelulares, alternancia de generaciones, paredes celulares de celulosa, son productores primarios, fuentes importantes de oxígeno en la atmósfera terrestre junto con las algas marinas (protistas).

Reino Animalia. Eucariontes, microscópicos y macroscópicos, heterótrofos, algunos exhiben diferenciación tisular y sistemas de órganos complejos, la mayor parte presentan movilidad por contracción muscular, tejido nervioso especializado para coordinar reacciones a estímulos, consumidores, algunos se especializan como herbívoros, carnívoros o detritívoros

5.4. Teorías de la evolución

El naturalista Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) aceptaba la perspectiva iluminista de su tiempo, es decir que los organismos vivientes representan una progresión creciente de avance, con los humanos en la cumbre del proceso. A partir de esta idea, Lamarck propone en los primeros años del siglo XIX una teoría de la transformación de las especies, que se contraponía al fijismo que dominó durante siglos y que es la primer teoría que es detallada, extensa y consistente con un “cambio” en las especies, aunque tiempo después se demostrara que los mecanismos propuestos no eran los adecuados (Ayala, 1997).

Según Lamarck existe una tendencia inmanente a un aumento de la complejidad organizativa en los seres vivos respondiendo a los cambios ambientales, los cuales inducirían una modificación en sus necesidades. Elaboró su teoría del uso y desuso de características adquiridas como principios de su explicación y formaban parte del pensamiento científico de su época mencionando que en el uso y desuso de un miembro u órgano, lo último conduce a la eliminación gradual del mismo y que estas características adquiridas son heredadas, idea llamada posteriormente “herencia de los caracteres adquiridos” (Moreno, 2002).

El fundador de la teoría moderna de la evolución es Charles Darwin (1809-1882) quien, como naturalista, realizó un viaje alrededor del mundo, pasando gran parte del tiempo en las costas de Sudamérica, visitando Australia y archipiélagos del Océano Pacífico. En 1859 publicó “El origen de las especies”, un tratado que expone la teoría de la evolución por “variación y selección natural” destacando el papel de la selección natural en determinar su curso y explicar la descripción de los organismos en relación con el ambiente (Ayala, 1997). Darwin demostró que los organismos evolucionan; que los seres vivos incluyendo al hombre, descienden de antepasados diferentes de ellos; que las especies están relacionadas entre sí porque tienen antepasados comunes. Pero más importante que las evidencias de la evolución es el hecho de que Darwin, proporcionó una explicación causal del origen de los organismos, que constituye la teoría de la descendencia con modificación.

En la teoría sintética, el redescubrimiento en 1900 de la teoría mendeliana de la herencia, por De Vries, Tschermak y Correns, llegó a poner énfasis en el papel de la herencia en la evolución, pero fue hasta 1937 cuando Theodosius Dobzhansky publicó la “Genética y el Origen de las Especies”, donde da cuenta de una manera comprensible y detallada del proceso evolutivo en términos genéticos, apoyando los argumentos teóricos con evidencias empíricas (Ayala, 1980).

Esta obra puede considerarse como la contribución más importante a la formulación de lo que se conoce como la “Teoría Sintética de la Evolución”, que integra efectivamente la selección natural darwiniana y la genética mendeliana. Esta teoría reconoce cinco procesos básicos: *mutación génica, cambios en la estructura y número de cromosomas,*

recombinación génica, selección natural y aislamiento reproductivo (Stebbins, 1978).

Entre los principales autores que junto con Dobzhansky, contribuyeron a formular y extender la teoría sintética cabe destacar a Ernst Mayr, Georges G. Simpson, G. Ledyard Stebbins y Julian Huxley. El reconocimiento de la teoría de Darwin de la evolución por selección natural ya es universal entre los biólogos, y la teoría sintética mayoritariamente aceptada como explicación (Ayala, 1997).

5.4.1. La biodiversidad como consecuencia de la evolución

La biodiversidad, es la variedad de organismos y de ecosistemas en que éstos viven, (Toledo, 1994) incluido el número de especies distintas (*diversidad de especies*), la variedad genética (*diversidad genética*), y la variedad de interacciones dentro de ecosistemas y entre ellos (*diversidad de ecosistemas*).

La biodiversidad, se refiere también a la “riqueza o variedad de formas vivientes que existen en el planeta: enormes cantidades de organismos, sostenidos como entes vivientes por una constelación de información genética aún mayor, y acomodados en forma compleja en los biomas o ecosistemas que caracterizan al planeta (selvas, desiertos, mares, bosques, lagos, etc.) (Dirzo, 1990).

La biodiversidad, es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida, a lo largo de todos los niveles de organización de los seres vivos y, por tanto, cada nivel condiciona la forma en que cada uno se mide (Halffter y Ezcurra, 1992). Para medir la biodiversidad se utilizan metodologías para cada nivel, que pueden no estar desvinculadas, bajo condiciones ecológicas particulares. Los ecólogos sugieren ser específicos en el momento de expresar el término de biodiversidad y hacer referencia a los adjetivos correspondientes en cada nivel, por ejemplo, la diversidad genética, la diversidad organísmica o taxonómica y la diversidad ecológica o de comunidades son expresiones más precisas de los niveles de diversidad biológica que se conciben (Harper y Hawksworth, 1995); en resumen:

- La diversidad genética, se refiere a la variación genética contenida en los individuos, existe dentro y entre poblaciones, así como también entre especies.

- La diversidad taxonómica, es la variedad que existe entre las especies de los distintos grupos taxonómicos; también se le conoce como riqueza de especies.
- La diversidad de ecosistemas, se refiere a la variedad de hábitat, comunidades bióticas y de procesos ecológicos que suceden a este nivel; también se le conoce como diversidad ecológica o de comunidades (Conabio, 1998).

5.4.2. Evidencias de la evolución

Darwin reunió suficiente información para su teoría de la descendencia con modificación, como para convencer a muchos de los científicos de su época acerca de la evolución de los organismos sin una intervención sobrenatural (Dobzhansky *et al.*, 1980). Descubrimientos posteriores dieron apoyo a este principio.

5.4.2.1. El registro paleontológico

Quizá la prueba más directa proviene del descubrimiento, la identificación y la interpretación de los fósiles, que son vestigios dejados por organismos antiguos, típicamente en roca sedimentaria, la cual revela una progresión de organismos unicelulares más antiguos a los muchos existente y los pluricelulares que viven en la actualidad, a la fecha los paleontólogos han nombrado y descrito miles de especies fósiles y continuamente están descubriéndose más (Ledyard, 1978).

El registro fósil muestra que los organismos se han originado en una secuencia histórica, se cree que los fósiles más antiguos, son procariontes y datan de alrededor de 3500 millones de años (Margulis y Schwartz, 1985) como los descubiertos por Schopf en la parte occidental de Australia de 3460 millones de años de antigüedad (Mader, 2007). Además se piensa por evidencia molecular y celular, que los procariontes son los antepasados de todos los seres vivos, los fósiles en capas de rocas menos antiguos revelan la evolución de varios grupos de organismos eucarióticos.

5.4.2.2. Biogeografía

La Biogeografía, es un vocablo derivado de la Geografía con una clara base biológica, y trata de la distribución de los seres vivos en el planeta presentando algunas divisiones como son:

La *Corología*, que es la parte de la Biogeografía que estudia la localización de las especies. Es una ciencia analítica que se ocupa del estudio de las leyes por las cuales se rige la distribución de los organismos sobre la Tierra (Sanchís *et al.*, 2004).

La *Fenología*, es el estudio de los fenómenos biológicos, generalmente acomodados a un ritmo estacional. Son los cambios que se producen a lo largo de las estaciones, como son: la caída y emisión de las hojas, la aparición de las flores, formación de frutos, dispersión de las semillas, etc. (Sanchís *et al.*, 2004).

En la Biogeografía existen dos enfoques: el ecológico y el histórico. Dentro del primero se analizan patrones de distribución individual o poblacional; en una escala local se tienen en cuenta procesos de adaptación al ambiente y de relación con otras poblaciones o especies. El segundo enfoque analiza patrones de distribución de especies y taxones superiores, a una escala global, toma en consideración procesos tectónicos y macroevolutivos; en los últimos años se han producido notables progresos en la biogeografía histórica, con el desarrollo de numerosas propuestas teóricas y metodológicas (Espinosa y Llorente, 1993). El desarrollo de métodos cuantitativos y programas de computación ha acelerado los avances de la disciplina (Crisci y Morrone, 1992; Morrone y Carpenter, 1994).

Darwin sugirió que los organismos evolucionan a partir de antepasados comunes, y se dio cuenta que, aún cuando el ambiente de las Galápagos era más parecido al de ciertas islas tropicales en distintos lugares del planeta que al ambiente del cercano continente sudamericano, los animales de las Galápagos eran más parecidos a las especies del continente que a los animales de islas similares. La explicación lógica fue que las especies de las Galápagos evolucionaron a partir de inmigrantes sudamericanos; lo que hace evidente que, la Biogeografía tiene sentido sólo en el contexto histórico de la evolución.

Actualmente la Biogeografía histórica está en un periodo de revolución, en el cual tres programas de investigación: el dispersalismo, la panbiogeografía y la biogeografía cladista, compiten entre sí. Durante la primera mitad del siglo XX esta disciplina estuvo dominada por las ideas dispersalistas de Darwin y Wallace. El dispersalismo (Simpson, 1940; Mayr, 1946) considera que la dispersión a partir de centros de origen es el mecanismo por el cual los seres vivos alcanzan su distribución actual. La panbiogeografía considera más importantes los patrones de distribución en común de los taxa animales y vegetales que sus capacidades de dispersión (Croizat, 1958). La biogeografía cladística (Nelson y Platnick, 1981; Cracraft, 1983) postula que a través de la comparación de cladogramas de distinto taxa que habitan las mismas áreas se puede reconstruir la historia de dichas áreas.

5.4.2.3. Anatomía comparada

La anatomía comparada de especies afines muestra similitudes en sus estructuras, también proporciona apoyo a la idea de evolución (Romer y Parsons, 1981) y fue ampliamente citada por Darwin; tales similitudes anatómicas entre muchas especies proporcionan rastros de un origen común, denominadas características homólogas (Schmitt, 2006). Sin embargo no todas las especies con estructuras similares surgieron de un ancestro común, las estructuras que no son homólogas, simplemente tienen funciones semejantes en organismos con relación mutua distante, se denominan características homoplásicas (antes llamadas análogas), un ejemplo son las alas de diversos animales voladores lejanamente emparentados, como insectos y aves, son características homoplásicas que han surgido con el tiempo para realizar la misma función de permitir el vuelo, aunque difieren en su origen. La formación independiente de estructuras similares en organismos poco relacionados entre sí, recibe el nombre de evolución convergente.

5.4.2.4. Embriología comparada

Balinsky (1978) menciona que el objeto de estudio de la embriología es el desarrollo de los animales, y que las estructuras que se originan durante el desarrollo de diferentes organismos, son una evidencia de la descendencia común, los cuales estén cercanamente relacionados, por lo general tienen etapas similares en su desarrollo embrionario. En ese

sentido Romer y Parsons (1981) señalan también que los vertebrados evolucionaron de un antepasado común, ya que todos ellos por ejemplo, presentan una etapa embrionaria, en la cual las estructuras llamadas sacos branquiales se originan a ambos lados de la garganta. En esta etapa, los embriones de peces, ranas, serpientes, aves, y monos, son más parecidos que diferentes y conforme avanza el desarrollo se presentan características distintivas o divergentes. En peces, la mayoría de estructuras de los sacos branquiales se desarrollan en branquias, en vertebrados terrestres, este tipo de estructuras se desarrollan en huesos del cráneo y de sostén de la lengua y cavidad bucal en los mamíferos, por citar un ejemplo.

5.4.2.5. Biología molecular

Actualmente, gran parte del apoyo a la evolución procede de la biología molecular (Hardison, 1999) el estudio molecular de los genes y su expresión, y la universalidad del código genético son fuerte evidencia de que toda la vida está relacionada. Se demuestra además que, de acuerdo con la idea de un origen común, los individuos emparentados tienen mayor semejanza en el ADN y proteínas que los individuos de la misma especie que no están emparentados; la secuencia de aminoácidos de proteínas similares en diferentes especies, ha sido una valiosa fuente de información acerca de las relaciones evolutivas, principalmente en el estudio de las cadenas polipeptídicas de la hemoglobina, proteína que transporta el oxígeno en la sangre de los humanos y otros vertebrados (Hardison, 1999). Los investigadores han aislado este polipéptido de una variedad de especies diferentes de animales y han encontrado que su secuencia de aminoácidos difiere de una especie a otra; estas comparaciones de aminoácidos, conducen la hipótesis sobre las relaciones evolutivas entre las diferentes especies, ejemplo de ello es el mono *rhesus*, que está mucho más relacionado con los humanos que con los ratones, las aves, las ranas y los peces.

5.5. Relaciones coevolutivas

Cuando las poblaciones de dos o más especies interactúan estrechamente, de forma que cada una ejerce una fuerza selectiva sobre la otra, se producen acomodaciones simultáneas que dan como resultado una coevolución. Darwin se interesó por las interacciones de las especies; sobre la polinización de los insectos escribió "...puedo entender cómo una flor y

una abeja pueden lentamente lograr, ya sea simultáneamente o una después de la otra, modificarse y adaptarse en la forma más perfecta a la otra”.

Los primeros en utilizar el término coevolución fueron Ehrlich y Raven (1964) en su discusión sobre la influencia evolutiva que las plantas y los insectos han tenido al alimentarse unos de otros. Sin embargo, el uso del término por diversos autores permite una variedad de interpretaciones y se ha prestado a confusión (Oyama, 1987).

Las discusiones sobre si la coevolución es un hecho, o si las interacciones entre las especies se establecieron después de que los caracteres de interés evolucionaron para otras adaptaciones, continúan. Una fuerte disputa dio la pauta para investigar sobre la asociación de varias especies de hormigas y árboles tropicales. No hay duda que tales asociaciones existieron y poco se duda que las hormigas se han adaptado para ocupar especies de plantas particulares, Ehrlich y Raven sostienen que los caracteres en cada especie han evolucionado específicamente para fomentar su mutualismo. Sin embargo, la pregunta persiste ¿es posible mostrar en estudios de coevolución, qué caracteres han evolucionado como respuesta a interacciones particulares? (Oyama, 1987).

La coevolución se ha reconocido, como una posibilidad, en la interacción de huéspedes (parásitos o patógenos) y sus hospederos, generalmente se discute si las adaptaciones mutuas de parásito y hospedero empiezan a refinarse en el curso de su asociación, pero enfocada a la cuestión de si la similitud de diferentes parásitos puede usarse para definir la filogenia del hospedero, o viceversa.

Ehrlich y Raven (1964) utilizaron el concepto de coevolución para describir la evolución conjunta de dos o más grupos (taxa) que tienen relaciones ecológicas estrechas, sin intercambio de genes y cuyas presiones selectivas operan recíprocamente, lo cual origina que la evolución de cada grupo (taxón) sea dependiente del otro. Ellos plantean la evolución de grandes grupos, y no necesariamente la evolución conjunta entre dos especies exclusivamente (Oyama, 1987).

5.6. La población como unidad selectiva

La evolución ocurre en poblaciones, no en la vida de los individuos. La selección natural es el resultado de supervivencia y reproducción diferenciales entre individuos, éstos no evolucionan durante su vida, el cambio evolutivo, que incluye modificaciones en estructura, fisiología, ecología y conducta, es heredado de una generación a la siguiente (Dobzhansky, 1975). Darwin reconoció que la selección ocurre en poblaciones, pero no supo cómo se transferían los rasgos a las generaciones sucesivas. Una población consta de todos los individuos de la misma especie que viven en un lugar, en un tiempo determinado, los organismos de una población varían en muchos rasgos reconocibles. Una población de caracoles puede por ejemplo, variar en tamaño, peso y color de la concha, parte de esa variación se debe al ambiente, y otra parte a la herencia, la evolución se debe a rasgos hereditarios, esto es a variación genética (Dobzhansky, 1975) representada por el número, la frecuencia y los tipos de alelos presentes en la población y los mecanismos que regulan la expresión de los genes.

Cada población posee un acervo génico, que consiste en el material genético total de todos los individuos que la constituyen e incluye todos los alelos para todos los genes presentes en la población (Ledyard, 1978). La evolución de las poblaciones se comprende mejor en términos de frecuencias alélicas, una frecuencia alélica es el porcentaje de un alelo específico de un locus génico dado en la población, si tales frecuencias permanecen constantes de una generación a la siguiente, no está experimentando cambio evolutivo, y se dice que está en equilibrio genético (Cavalli-Sforza, 1981). Los cambios en las frecuencias alélicas en generaciones sucesivas indican que ha ocurrido evolución.

5.6.1. Variabilidad intrapoblacional

Para que una población evolucione, sus miembros deben poseer variabilidad, que constituye la materia prima sobre la cual actúan los agentes de la evolución, lo que no se observa cotidianamente es la composición genética de los organismos o poblaciones, lo que sí se ve en la naturaleza son los fenotipos, la expresión física de los genes de los organismos en interacción con el ambiente, los agentes de la evolución en realidad actúan directamente

sobre los fenotipos.

Darwin en *El origen de las Especies* suministró pruebas de que había, evolución y de que hay una explicación causal del origen evolutivo de los seres vivos, la teoría de la selección natural. El argumento de Darwin es la evidencia de la variabilidad hereditaria, para él éste era un hecho incontrovertible, aunque desconocía los procesos por los que surgía esta, mencionaba que algunas variantes naturales tenían que ser más ventajosas que otras en cuanto a la supervivencia y reproducción de los individuos que las presentaban (Ayala, 1997).

Aquellos organismos con variantes ventajosas tienen una mayor probabilidad de sobrevivir y reproducirse que los organismos carentes de las mismas, este proceso provoca la expansión de las variantes útiles y la eliminación de las variantes nocivas.

Actualmente se tiene un conocimiento más completo y profundo de los procesos de la evolución orgánica; la selección natural continúa siendo el proceso fundamental que dirige los cambios evolutivos, aunque sólo puede darse selección natural si hay variabilidad hereditaria, cuanto mayor sea la variabilidad genética de una población, más oportunidades tiene la selección natural para actuar (Dobzhansky, 1980). Una población que no cambia genéticamente (Cavalli-Sforza, 1981) -que tiene las mismas frecuencias alélicas y genotípicas de generación en generación- se dice que está en equilibrio Hardy-Weinberg; los aspectos esenciales para que se cumpla este equilibrio son:

- El apareamiento es aleatorio.
- El tamaño de la población es muy grande.
- No existe migración entre poblaciones.
- La mutación puede ser ignorada.
- La selección natural no afecta a los alelos en estudio.

La ecuación del equilibrio Hardy-Weinberg se representa por: $p^2 + q^2 = 1$ para un par de alelos p y q.

5.7. Influencia del ambiente: selección natural

Los individuos varían en rasgos hereditarios que determinan el éxito de sus esfuerzos reproductivos (reproducción diferencial). No todos los individuos sobreviven y se reproducen de la misma manera en un ambiente particular, algunos individuos contribuyen con más descendencia a la siguiente generación que otros, este proceso se conoce como selección natural y determina cambios en las frecuencias alélicas de la población. Según los rasgos favorecidos, la selección natural puede producir cualquiera de diversos resultados posibles.

- Puede preservar las características generales de una población favoreciendo a los individuos promedio.
- Cambia las características de una población favoreciendo a los individuos que varían en una dirección con respecto a la media de la población.
- Logra variar las características de una población favoreciendo a los individuos que varían en ambas direcciones con respecto a la población.

Tomando en cuenta que la selección natural actúa sobre poblaciones (Ayala, 1980) y que la selección natural influye en organismos, ésta se presenta de las siguientes formas:

- Selección estabilizadora: favorece las variaciones intermedias, esto ocurre en ambientes relativamente estables donde las condiciones tienden a reducir la variación fenotípica.
- Selección direccional: cambia la composición total de una población, actuando contra los individuos que presentan uno de los fenotipos extremos.
- Selección diversificadora: normalmente ocurre cuando las condiciones ambientales son diversas de un modo que favorecen a los individuos que presentan características extremas, más que a los individuos con características intermedias.

5.8. La especie como unidad básica de la evolución

La asombrosa diversidad de los seres vivos, amibas, algas unicelulares, orquídeas, seres humanos por citar algunos ejemplos, presentan espacios vacíos llamados discontinuidades. El taxónomo las utiliza para reconstruir la clasificación biológica, ya que basándose en ellas, forma grupos a los cuales les adjudica categorías jerárquicas: género, familia, tribu, (Davis y

Heywood, 1963; MacMahon *et al.*, 1978). Las especies son importantes porque representan un nivel básico de integración en la naturaleza viviente (Mayr, 1969) poseen las bases para describir la diversidad natural y los procesos postulados que operan en la naturaleza (especiación y competencia) y además de ser la unidad básica de las clasificaciones taxonómicas, y en sí mismas, un instrumento o herramienta para caracterizar la diversidad orgánica (Levin, 1979).

Desde la antigüedad el concepto de especie ha representado un problema difícil de comprender. Platón (427-348 a.C.) utilizó la palabra *eidos* (especie) para referirse a cosas o ideas, así como a clasificaciones politómicas de objetos en las que se involucran ideas políticas y sofistas. La palabra especie es de origen latino, su significado es mirar, contemplar o tipo (Zirkle, 1957).

Aristóteles, discípulo de Platón, retoma el concepto de especie en un contexto biológico y construye un “sistema de clasificación natural politómico, que difería de las clasificaciones dicotómicas de mayor antigüedad consideradas artificiales (Hopwood, 1957). Según Aristóteles, cada especie tiene una esencia, una naturaleza intrínseca, cada individuo que constituye la especie tiene tal naturaleza o esencia, que ésta puede conocerse por intuición con simples observaciones de muchos individuos (Slobodchikoff, 1976).

Durante la Edad Media, se utilizó la palabra especie en tres sentidos 1. Los cuerpos que portaban las almas de los seres vivos; 2. El pan y el vino (especies), 3. Las especies del “hombre lobo”, una era del hombre de día y otra, del lobo en la noche. Las ideas de John Ray a finales del siglo XVII, eran un tanto contrarias a las anteriores pues afirmaba que la amplia variedad de especies se mantenía durante ciertos límites y el número de ellas permanecía desde su creación por poder divino (Madrid, 1990). Carlos Linneo, en el siglo XVIII fue quien propuso el agrupamiento de todos los organismos en categorías jerarquizadas, firmes y definidas. Su trabajo constituye la conclusión de los esfuerzos de doscientos años, dirigidos a encontrar principios universalmente válidos para ordenar las distintas formas animales y vegetales en la Tierra. Creó un sistema taxonómico simplificado, aprovechando los métodos desarrollados por sus antecesores y legó a través de su manual *Philosophia botanica* el sistema binomial de nomenclatura que aún hoy se utiliza (Blunt 1971). Con Linneo, las

especies se empiezan a manejar en el contexto actual; se le atribuye a él la creación de dos características que forman parte de la controversia del concepto de especie: 1) la constitución de la especie y, 2) la delimitación de su forma. Linneo consideraba a las especies como unidades fijas, sin cambios (Mayr, 1969).

Las ideas de Darwin son diferentes respecto a las de Linneo, ya que el primero consideró a las especies como unidades cambiantes, que evolucionan, lo que trajo como consecuencia la imposibilidad de delimitarlas y definir las, porque eran algo cambiante. Los seguidores de Darwin desconocieron a la especie como una entidad real y consideraron a los individuos como la unidad evolutiva y afirmaron que las especies son creadas por los taxónomos para referirse a un gran número de individuos colectivamente. Estas ideas fueron abundantes y trascienden hasta el presente siglo. En los años 40 del s. XX el problema de la especie fue estudiado en profundidad por algunos responsables de la síntesis evolutiva: J. Huxley, T. Dobzhansky, G. Simpson y E. Mayr, estableciendo inequívocamente que la especie es una entidad biológica real, con características e historia propias.

Mayr (1969) formula un concepto diferente para este problema de la biología, proporcionando el significado biológico de especie: “Las especies son grupos de poblaciones naturales real o potencialmente intercruzables, aislados reproductivamente de otros grupos análogos”.

Dentro de otros conceptos de especie, resalta el taxonómico (Grant, 1989) “La especie es la unidad básica de la clasificación taxonómica, sobre la que descansa la clasificación biológica, es una unidad fenética, este concepto se basa en distinguir unidades bajo criterio morfológico y se considera un aspecto práctico y artificial”.

El concepto de especie evolutiva fue propuesto por Simpson (1961), quien la define como “un linaje (una secuencia de poblaciones ancestro-descendientes) que evoluciona separadamente de otros linajes y que tiene su propio papel evolutivo y tendencias”.

Su definición es importante para la sistemática filogenética, ya que por primera vez se considera que la unidad de clasificación debe ser la unidad de la evolución, aunque como lo menciona Hull (1965) su definición no permite saber qué nivel de unidad evolutiva debe

considerarse específico, por lo que no es operacional.

El concepto de especie filogenética define la especie como “el grupo diagnosticable más pequeño que contiene todos los descendientes de un ancestro común”, en otras palabras si se dibuja un árbol evolutivo que describa la distribución de los ancestros entre un conjunto de organismos, cada rama definida del árbol constituye una especie diferente, independientemente de que los individuos representados por esa rama puedan cruzarse o no con individuos de otras ramas.

5.8.1. Especiación

Este concepto lo define Mayr (1969) como el mecanismo por el cual una especie puede formar dos o más especies. Lo distingue de procesos como la evolución filética, en la cual una especie se transforma en otra, y de la fusión de especies. La especiación significa el desarrollo de nuevas y diferentes combinaciones génicas en poblaciones separadas. Este aspecto del proceso de especiación es verdadero para especies en general; en el caso de las especies biológicas, compuestas de organismos de fecundación cruzada la especiación incluye además el desarrollo de mecanismos de aislamiento reproductivo (Grant, 1989).

5.8.2. Algunos de los mecanismos de especiación

1) Especiación alopátrica, en la que el aislamiento geográfico evita que los miembros de dos poblaciones puedan tener contacto unos con otros, como una cadena montañosa, un río, un lago, etc.

2) Especiación simpátrica, en la que el desarrollo de una nueva especie se da en la misma región geográfica que su especie progenitora, la divergencia de dos acervos génicos en el mismo territorio geográfico es común en plantas, pero difícil de observar en animales y posee dos mecanismos:

- a) el aislamiento ecológico
- b) las aberraciones cromosómicas (poliploidía).

Según Wilson (2002) la especiación simpátrica que ocurre tan frecuentemente en insectos

(el grupo de organismos más diverso del planeta) como lo sugieren sus estudios, podría ser la forma prevalente de especiación.

Eldredge y Gould señalan en la teoría del equilibrio puntuado, que la mayor parte del cambio evolutivo adaptativo ocurre en conjunción con la especiación (Eldredge, 2000) y que las especies cambian muy poco o nada durante largos períodos de tiempo, y a veces este equilibrio es interrumpido por un cambio súbito; el resultado es una nueva especie que, a su vez, puede estar sin cambios durante millones de años y agrega:

- La selección natural da forma a la mayoría de los cambios evolutivos adaptativos, casi simultáneamente, en linajes genéticamente independientes, a medida que la especiación es precipitada por la extinción durante eventos de “cambio”.
- Cuando los eventos ambientales físicos son “demasiado amplios y demasiado rápidos”, comienzan a precipitar la extinción de especies a nivel regional, entonces el cambio evolutivo ocurre predominantemente, vía la especiación.
- En tiempos ambientales normales, la especiación y los cambios evolutivos amplios a nivel de especies, son comparativamente raros.

VI. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El tema de mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad, ayudan al alumno a comprender los conceptos de especie biológica y especie taxonómica que son utilizados para explicar el origen de la misma. Además de que contrastan los modelos de especiación alopátrica, simpátrica e hibridación, así como su papel en la diversificación de las especies. Lo mismo que distinguir los principales patrones evolutivos que son: radiación adaptativa, evolución divergente, convergente, y coevolución, para ubicarlos en el contexto general de la biodiversidad.

Para lograr lo anterior, se escogieron dos grupos de sexto semestre, del CCH del plantel Vallejo uno que fungió como control, con la exposición de clase de forma tradicional en ocho sesiones, y otro como grupo experimental donde se empleó una estrategia con varios recursos didácticos, diseñados por el que suscribe, en nueve sesiones, aplicándose el mismo pretest y postest para ambos grupos en las sesiones correspondientes (Anexo 1, págs. 108-111) donde se expusieron los contenidos del programa, en el que se diseñaron las siguientes actividades:

- La identificación de ideas previas (pretest) sobre los conceptos de especie biológica, taxonómica, especiación simpátrica y alopátrica e hibridación, radiación adaptativa, evolución convergente, divergente y coevolución, utilizando preguntas abiertas, que se aplicaron a las dos poblaciones de alumnos de entre 16 y 19 años del sexto semestre de Biología IV en cada una de las sesiones correspondientes.
- Se diseñaron las estrategias de enseñanza utilizando analogías, organizadores previos, cuadro CQA, esquemas e ilustraciones, resúmenes, cuadros sinópticos y comparativos, lecturas, actividades lúdicas, investigación bibliográfica, mapas conceptuales y actividades experimentales, con la intención de facilitar la comprensión de los conceptos mencionados inicialmente.
- Se impartieron clases a los dos grupos, en uno de los cuales se aplicaron las estrategias diseñadas, posteriormente se aplicó un postest en ambos grupos que

contiene preguntas sobre los conceptos mencionados.

- Se analizó el valor de las estrategias comparando el porcentaje de respuestas correctas obtenidas en el pretest y posttest, entre el grupo control y el grupo experimental.

6.1. DESCRIPCIÓN DE LAS SESIONES

6.1.1. Sesiones del grupo control

En cada una de las sesiones que se supervisaron, tanto del grupo control como experimental (se formaron equipos de cinco integrantes) y se estructuraron las actividades en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre.

Primera sesión

Apertura:

Se mencionaron oralmente y por escrito en el pizarrón, los conceptos a examinar, sobre los mecanismos y patrones evolutivos que explican el origen de la diversidad y se hizo manifiesto a los alumnos el propósito de la primera sesión: Comprender qué es la radiación adaptativa y especiación alopátrica.

-Se indagó sobre las ideas previas respecto de los conceptos de radiación adaptativa, y especiación alopátrica, utilizando preguntas abiertas.

-Se formaron equipos de cinco integrantes, a quienes se entregó una hoja con la lectura ¿Cómo se forman nuevas especies animales a partir de un antecesor común? (Anexo 3, pág. 119) como un ejemplo de radiación adaptativa, para que la leyeran y elaboraran un resumen por equipo, y que contestaran por escrito de forma individual las preguntas: ¿Qué entiendes por radiación adaptativa? ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos diferentes de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando unos nichos ecológicos diferentes?

Desarrollo:

-Los alumnos leyeron el texto y se monitoreó el trabajo realizado, una vez terminada la actividad se recogieron las respuestas y los resúmenes.

Cierre:

-Con base en la información obtenida en los resúmenes se realizó una ronda de preguntas de forma oral sobre los conceptos mencionados inicialmente, aclarando dudas y contrastando las respuestas de los equipos.

Segunda sesión

Apertura:

Se retomaron los conceptos de la clase anterior y se exploraron de forma oral las ideas previas sobre coevolución. Se entregó una nueva lectura de un extracto del artículo “La coevolución” (Anexo 3, pág. 121).

Desarrollo:

-Los alumnos leyeron un resumen de “La coevolución” y contestaron individualmente las preguntas:

1. ¿Cuál de de las cuatro aseveraciones consideras que es la más adecuada? ¿Por qué?
2. ¿Podrías dar un ejemplo de coevolución que conozcas o hayas visto?

Cierre:

-Se evaluaron los conceptos vistos en clase con preguntas directas y se recogió el cuestionario para su revisión posterior.

Tercera sesión

Apertura:

-Se analizó el concepto visto la clase anterior sobre coevolución y preguntándoles ahora los conceptos de evolución divergente y convergente.

Desarrollo:

-Se realizó una breve exposición utilizando acetatos con imágenes sobre todos los conceptos vistos en clase hasta ese momento (Anexo 5, pág. 140) y pidiéndoles por escrito que entendían por los conceptos de evolución divergente y convergente.

Cierre:

-Se discutieron y contestaron, de forma oral preguntas sobre los conceptos de radiación adaptativa, coevolución, evolución divergente y convergente, aclarando dudas y resaltando su papel como mecanismos evolutivos.

Cuarta sesión

Apertura:

-Se delimitaron los propósitos de esta sesión, donde se abordaron los conceptos de especiación, especiación simpátrica y alopátrica a través de una lluvia de ideas.

Desarrollo:

-Se realizó una lectura individual sobre especiación en la mosca *Rhagoletis pomonella* (Anexo 3, pág.122) pidiendo la elaboración de un cuadro comparativo por equipo, sobre los conceptos de especiación simpátrica y alopátrica (Anexo 4, pág. 127) y contestando las preguntas de forma individual sobre que entiendes por especiación, especiación simpátrica y

alopátrica.

-Al término de la lectura se realizó una exposición en el pizarrón sobre los conceptos presentados, utilizando el cuadro comparativo, además de la proyección de acetatos con imágenes sobre especiación simpátrica y alopátrica (Anexo 5, págs. 144, 145).

-Se recogieron los cuadros comparativos y las respuestas a las preguntas para su posterior análisis.

Cierre:

-Se revisaron los conceptos vistos en clase, así como la actividad realizada por medio de una discusión grupal.

Quinta sesión

Apertura:

-Esta sesión se inició con preguntas abiertas sobre mecanismos pre y poscigóticos, relacionándolo con los conceptos de la clase anterior.

Desarrollo:

-Se realizó una explicación sencilla sobre las barreras reproductoras entre especies, para reforzar los conceptos de especiación, especiación simpátrica y alopátrica, elaborando los alumnos, por equipo, un cuadro comparativo (Anexo 4, pág.128) de las principales características de los mecanismos pre y poscigóticos.

Cierre:

-Se les pidió que pasaran al pizarrón a escribir el cuadro comparativo por equipo, se discutieron con el grupo las diferencias y similitudes de las respuestas, y además de forma

individual se les solicito entregaran por escrito que entendieron de dichos mecanismos.

Sexta sesión

Apertura:

-Se exploraron oralmente las ideas previas sobre el concepto de hibridación y su relación con los conceptos de especiación simpátrica y alopátrica, de la clase anterior.

Desarrollo:

-Se realizó una lectura individual sobre hibridación; “Especiación y macroevolución” (Anexo 3, pág. 123) monitoreando la sesión, y pidiéndoles que contestarán que entendieron por hibridación además de un resumen de la lectura al término de la sesión.

Cierre:

-Se discutió el concepto de hibridación en animales con base en la lectura, se aclararon dudas y se recogió el resumen y la pregunta individual.

Séptima sesión

Apertura:

-Se exploraron las ideas previas, de forma oral, del concepto de especie biológica, como inicio para abordar el tema.

Desarrollo:

-Con base en las ideas previas sobre el concepto de especie biológica, se realizó una lectura individual sobre el extracto del artículo “El problema de la especie” (Anexo 3, pág. 124) con las preguntas:

- ¿Con tantos conceptos de especie, consideras que los dos últimos son suficientes?
- ¿Qué entendiste por el concepto de especie? Cita un ejemplo que conozcas.
- ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos?

-Posteriormente se continuó con la exposición de acetatos con ilustraciones sobre diversas especies (Anexo 5, pág. 147) comparando la diversidad existente pidiéndoles por último que entiendes por biodiversidad y ¿Crees que un perro chihuahuero es una especie diferente de un pastor alemán? ¿Por qué?

Cierre:

-Se realizaron comentarios sobre la actividad realizada y haciendo énfasis en la dificultad actual de dar una definición precisa sobre el concepto de especie.

-Se dio paso a la discusión del concepto de especie junto con las respuestas.

Octava sesión

Apertura:

-En esta sesión se retomó el concepto de especie biológica, y se exploraron de forma oral las ideas previas del concepto de taxonomía y especie taxonómica.

Desarrollo:

-Se formaron equipos y las actividades consistieron en presentarles una serie de acetatos con ilustraciones acerca de Carlos Lineo (Anexo 5, pág. 148-150) y algunos rangos jerárquicos en el sistema linneo de plantas y animales, con la finalidad de que comprendieran que la taxonomía es la ciencia que estudia la diversidad de los organismos y las clasifica en categorías organizadas jerárquicamente, con el fin de reflejar sus relaciones evolutivas, además de que escribieran individualmente que entendieron por taxonomía, especie taxonómica y ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies?

- Cierre:

Se realizaron los comentarios pertinentes a esta sesión, aclarando dudas y enmarcando la importancia de la taxonomía en la clasificación biológica, además de recoger las respuestas para su análisis.

6.1.2. Sesiones del grupo experimental

Primera sesión

Apertura:

-Se mencionó oralmente y por escrito en el pizarrón la forma de evaluación (actividades a realizar y el uso del portafolio), los objetivos que se pretenden con el inicio de este tema que es: comprender qué es la radiación adaptativa y la especiación alopátrica, proporcionándoles dos hojas, una con la lectura ¿Cómo se forman nuevas especies animales a partir de un antecesor común? (Anexo 3, pág. 119) con la elaboración de un resumen de la misma, además de la pregunta ¿Qué entiendes por radiación adaptativa? La otra hoja (Anexo 5, pág. 120) contenía información e imágenes sobre los pinzones que llamaron la atención a Darwin en su visita a las islas Galápagos y con las actividades de pegar en un espacio en blanco una serie de figurillas de pinzas previamente recortadas haciendo una analogía con los picos de los pinzones, las pinzas y el alimento respectivo, además de proporcionarles un lápiz adhesivo para el pegado de las figurillas, (Anexo 4, pág. 126) y con las preguntas:

1. ¿Puedes decir qué alimento corresponde a cada especie?
2. ¿Cómo explicarías la presencia de 13 diferentes tipos especiales de pinzones, exclusivos de las islas Galápagos, ocupando cada una de ellas un nicho ecológico diferente?

-Se indagó sobre las ideas previas que tenían al respecto de estos conceptos, formándose posteriormente equipos de cinco integrantes, a quienes se entregaron las hojas por equipo.

Desarrollo:

- Se dio paso a la lectura, se monitoreó el trabajo realizado y una vez terminada se recogieron los resúmenes y las respuestas al cuestionario con la actividad realizada de colocar en orden las pinzas con los picos para el portafolio.
- Se procedió a la observación de acetatos con ilustraciones sobre los pinzones de Darwin en las islas Galápagos, (Anexo 5, págs. 141-143) así como ilustraciones de las islas hawaianas con plantas y certiolas (aves típicas de las islas) para que pudieran comparar cómo en diversos ambientes y organismos se presenta la radiación adaptativa y la especiación alopátrica.

Cierre:

-Con base a la información obtenida se realizó una discusión grupal sobre el concepto de radiación adaptativa y especiación alopátrica con preguntas abiertas, aclaración de dudas y contrastando las diversas respuestas por equipo.

Segunda sesión

Apertura:

Se retomaron los conceptos vistos la clase anterior sobre radiación adaptativa y especiación; se exploraron las ideas previas sobre coevolución haciendo énfasis en los aprendizajes que se pretenden con estos conceptos, además de proporcionarles una hoja con el cuadro CQA (Anexo 4, pág. 129) explicándoles brevemente en qué consiste para los conceptos de evolución divergente y convergente y que se terminaría de llenar en la siguiente sesión.

Desarrollo:

Con base en las ideas previas expresadas por los alumnos se llevó a cabo:

-El monitoreo de la lectura individual de un extracto del artículo “La coevolución” (Anexo 3, pág. 121) con una pregunta al final:

- ¿Podrías dar un ejemplo de coevolución que conozcas o hayas visto?

-Se llenó el cuadro CQA.

-Posteriormente se presentaron algunos acetatos con ilustraciones sobre coevolución, evolución divergente y convergente (Anexo 5, pág. 140) (estructura homólogas y órgano análogo).

Cierre:

-Se preguntó sobre los conceptos vistos en clase y la elaboración de un cuadro sinóptico en el pizarrón con las respuestas por equipo.

Tercera sesión

Apertura:

Se analizaron los conceptos vistos la clase anterior por medio de una discusión guiada preguntándoles sobre los conceptos de evolución divergente, convergente y coevolución.

Desarrollo:

-Se realizó una breve actividad por equipos donde relacionarían imágenes de coevolución entre insecto, ave y mamífero con diferentes flores (Anexo 6, pág. 155) además de terminar el llenado del cuadro CQA, para su revisión.

Cierre:

-Se discutieron y contestaron de forma oral preguntas sobre los conceptos de radiación adaptativa, evolución divergente, convergente y coevolución, enmarcándolos en el contexto evolutivo. Se recogió el material elaborado en la actividad mencionándoles que sería parte

del portafolio.

Cuarta sesión

Apertura:

-Se exploraron ideas previas de forma oral sobre los conceptos de especiación a través de una lluvia de ideas y se delimitaron los propósitos de estas sesiones sobre los conceptos de especiación, especiación simpátrica y alopátrica.

Desarrollo:

-Se utilizó un organizador previo como modelo integrativo (Anexo 4, pág. 130) con los conceptos descritos anteriormente y realizándose una lectura individual sobre especiación en la mosca *Rhagoletis pomonella* (Anexo 3, pág. 122) con las preguntas:

1. ¿Qué entiendes por especiación?
2. Que es especiación simpátrica y alopátrica

-Pidiéndoles que escribieran sus respuestas y al término de la misma se realizó una sencilla exposición en el pizarrón sobre estos conceptos junto con la proyección de acetatos sobre especiación simpátrica y alopátrica (Anexo 5, págs. 144, 145)

-Posteriormente se procedió a la elaboración de un cuadro comparativo por equipo (Anexo 4, pág. 127) con las principales características de especiación simpátrica y alopátrica.

-Por último se recogieron los cuadros comparativos junto con las preguntas de la lectura.

Cierre:

-Se revisaron los conceptos vistos en clase así como la actividad realizada por medio de una discusión grupal.

Quinta sesión

Apertura:

-Se inició esta sesión con preguntas abiertas sobre los conceptos de barreras reproductoras entre especies (mecanismos pre y poscigóticos) y relacionándolo con los conceptos vistos la clase anterior.

Desarrollo:

-Se realizó una explicación sencilla sobre los mecanismos pre y poscigóticos como forma de reforzar los conceptos de especiación, especiación simpátrica y alopátrica, elaborando los alumnos por equipo un cuadro comparativo (Anexo 4, pág. 128) de las principales características de los mecanismos pre y poscigóticos.

Cierre:

-Con base en las respuestas por equipo, éstas se escribieron en el pizarrón y se discutieron con el grupo las diferencias y similitudes de las respuestas y se aclararon dudas, además de buscar la relación de las barreras reproductoras con la especiación simpátrica y alopátrica como patrones evolutivos y por último se les pidió de forma individual que entendieron de dichos mecanismos.

Sexta sesión

Apertura:

-Se exploraron oralmente las ideas previas sobre el concepto de hibridación y su relación con los conceptos de especiación simpátrica y alopátrica vistos la clase anterior.

Desarrollo:

-Se dio paso a una lectura individual sobre hibridación “Especiación y macroevolución” (Anexo 3, pág. 123) y una actividad sencilla donde se relacionaban los mecanismos pre y

psicogóticos por medio de un esquema en donde tenían que completar una secuencia en la cual aparecía la mula como imagen representativa de un híbrido (Anexo 3, pág. 125), lo mismo que una imagen de especiación por poliploidía en plantas (Anexo 5, pág. 146) con una breve explicación sobre cómo se lleva a cabo con las preguntas:

1. ¿Consideras que este mecanismo en plantas es un proceso de especiación simpátrica o alopátrica?
2. Que entendiste por hibridación.

Cierre:

-Se discutió el concepto de hibridación en animales con base en la lectura y el de poliploidía, aclarando esta característica evolutiva de especiación en plantas.

-En esta ocasión se solicitó para la siguiente sesión que trajeran el material para una actividad experimental “Elaboración de modelos de fosilización” (Anexo 4, pág. 131) con el propósito de “conocer la importancia de los fósiles como evidencia en el proceso evolutivo” indicándoles cómo realizarla y con las preguntas:

- ¿Qué es la fosilización?
- ¿Cómo se lleva a cabo este proceso?

Esto sirvió como complemento a lo visto hasta el momento, como evidencia de la evolución.

-Por último se les solicitó que se organizaran para una sesión extraclase consistente en una visita guiada al zoológico de Chapultepec, para que conocieran una parte de la biodiversidad con algunas especies de organismos, aves, mamíferos y reptiles con una actividad consistente en observar las diferentes especies y que elaboraran una guía para alumnos de educación básica (primaria). Lo anterior se realizó a manera de introducción, para abordar los conceptos de especie biológica y taxonómica de la octava y novena sesión.

Séptima sesión

Apertura:

-Esta sesión tuvo como propósito conocer algunas evidencias de la evolución abordando los contenidos procedimentales y actitudinales (desarrollo de habilidades, destrezas, procedimientos y fomentando la responsabilidad del trabajo colaborativo) con una actividad experimental por equipos simulando el proceso de fosilización en el laboratorio, elaborando moldes en yeso y plastilina utilizando conchas de moluscos y hojas y realizando incrustaciones en resina (fosilización en ámbar) con algunos insectos lo mismo que otra actividad relacionada con similitudes embriológicas como evidencia evolutiva (Anexo 4, pág. 151).

Desarrollo:

-Antes de iniciar la parte experimental se realizó la actividad de pegar en una hoja diversos embriones de vertebrados (Anexo 4, págs. 133, 134) pidiéndoles que acomodaran de manera secuencial los embriones y con la pregunta:

- ¿Consideras que existe un ancestro común?

-Al concluir esta actividad, se realizaron actividades de laboratorio dándoles las instrucciones preventivas en el cuidado de las instalaciones, el material y la utilización del soporte universal para el calentamiento y vaciado de la resina en los moldes de papel aluminio, solicitándoles el uso de la bata para esta actividad, monitoreando constantemente los equipos y aclarando dudas sobre el proceso que se estaba realizando.

Cierre:

-Se realizó resaltando la importancia de estos procesos, que proporcionan una firme evidencia de la evolución, mencionando en el caso de la actividad experimental, que las sustancias orgánicas de un organismo muerto normalmente se pudren con rapidez, pero las partes duras de un animal, las cuales son ricas en minerales como los huesos y dientes de los dinosaurios, así como las conchas de almejas, caracoles y algunas hojas prensadas en rocas, lo mismo que insectos atrapados en resina que al endurecerse se convierte en ámbar

perduran y forman fósiles y para la primera actividad, la embriología comparada que estudia el desarrollo embrionario de los organismos de diferentes especies, también aporta evidencias de la evolución, revelando diferentes grados de parentesco evolutivo debido a los ancestros comunes entre todos ellos.

Sesión extraclase

-Esta se llevó a cabo con la visita al zoológico de Chapultepec, solicitándoles que por equipo, en la guía trataran de ordenar los organismos vistos, que anotaran el nombre común y el científico (Anexo 4, pág. 132) los cuales estaban escritos en las placas de los lugares que se visitaron, observando aves, reptiles (sólo tortugas, ya que el serpentario estaba cerrado) y mamíferos, y se preguntó:

- ¿Por qué puedes distinguir una especie de otra?
- ¿Todos los organismos que observaste son de la misma categoría taxonómica?
- ¿Qué categorías taxonómicas lograste reconocer?
- ¿Qué es la biodiversidad?

-Por último, propón un diseño sencillo similar al que llevaste a cabo para que alumnos de escuela básica visiten un zoológico.

-Los resultados de esta actividad se recogieron en la octava sesión, para su análisis y discusión con el fin de abordar los conceptos de especie biológica y taxonómica.

Octava sesión

Apertura:

-Teniendo en cuenta la guía propuesta para la visita al zoológico, se exploraron las ideas previas de forma oral del concepto de especie biológica, dejando para la última sesión el concepto de especie taxonómica.

Desarrollo:

-Con base en las ideas previas sobre el concepto de especie biológica, se realizó una lectura individual sobre el resumen “El problema de la especie” (Anexo 3, pág. 124) con las preguntas:

- ¿Con tantos nombres, consideras que los dos últimos son suficientes?
- ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos?

-Posteriormente se continuó con otra actividad también individual que consistía en una ilustración de una serie de biomas con organismos (Anexo 4, pág. 135) y preguntas como:

- ¿Qué entiendes por el concepto de especie? y cita un ejemplo que conozcas.
- Observa con cuidado e identifica el número de especies presentes en el esquema y coloréalas ¿A qué reino pertenecen?
- ¿Qué reinos faltan por representar?
- ¿Cuales ecosistemas identificas en el esquema?

-Por último los comentarios sobre la actividad realizada.

-Al término se recogió la lectura junto con las ilustraciones y las respuestas para su posterior análisis.

Cierre:

-Se dio paso a la discusión del concepto de especie junto con las respuestas de la visita al zoológico, sirviendo también esta última, como complemento del concepto de especie taxonómica que se abordaría en la siguiente sesión.

Novena sesión

Apertura:

-Esta última sesión se revisó el concepto de especie biológica y se exploraron las ideas previas de forma oral del concepto de especie taxonómica.

Desarrollo:

-Se formaron equipos y las actividades consistieron en presentarles primero una ilustración con diversas siluetas de organismos animales (Anexo 4, pág. 136) que tenían gran parecido y pidiéndoles que relacionaran aquellas que les parecían de la misma especie con números o letras pares, y se preguntó:

- ¿Consideras que sólo la forma sirve para distinguir a la especie?
- ¿Qué entiendes por Taxonomía?

-Al contestarlas se procedió al armado de un primer rompecabezas de las siluetas de la ilustración donde se dieron cuenta que eran especies diferentes (Anexo 6, pág. 147).

-La siguiente actividad consistió en identificar los nombres de varios insectos por medio de una clave taxonómica (Anexo 4, pág. 137) con el procedimiento para realizarla, con la pregunta y un ejercicio:

- ¿Cuáles son los nombres de los insectos A, B, C y D?
- Diseña una clave taxonómica sencilla.

-Lo anterior se complementó con una serie de ilustraciones con acetatos acerca de Carlos Lineo (Anexo 5, págs. 148-150) y algunas Jerarquías en el sistema linneano de plantas y animales.

-A continuación se solicitó el armado del segundo rompecabezas, de un mapa conceptual de evolución biológica para integrar los conceptos vistos hasta ahora (Anexo 4, págs. 138, 139) preguntándoles:

- ¿Qué entiendes por especie taxonómica?
- ¿Crees que un perro chihuahuero es una especie diferente de un pastor alemán?
¿Por qué?
- ¿Consideras que el concepto de hibridación contradice el concepto de especie biológica?

Cierre:

-En una plenaria se retomaron los conceptos de:

- especie biológica, taxonómica, los conceptos de especiación simpátrica y alopátrica e hibridación, radiación adaptativa, coevolución, evolución divergente y convergente, y como podrían relacionar estos mecanismos y patrones evolutivos para explicar la diversidad que los rodea.

VII. RESULTADOS

Con la aplicación de un pretest en el grupo control y en el grupo experimental al inicio de las sesiones sobre los conceptos a tratar y la aplicación de un posttest dos semanas después en ambos grupos, los datos que se obtuvieron se muestran en las tablas con las respuestas correctas e incorrectas (Anexo1, págs. 108-111) y las gráficas correspondientes a las mismas (Anexo 2, págs. 112-117); y con estos referentes poder evaluar los aprendizajes de los conceptos vistos en las sesiones, además de analizar si las estrategias tuvieron algún impacto en el aprendizaje de los contenidos conceptuales. Presentándose a continuación una descripción de los resultados.

7.1. PRETEST

Con base a los datos obtenidos en el pretest del grupo control y del experimental, se observa que en ambos casos presentan dificultades en la comprensión y uso de los conceptos de radiación adaptativa y evolución convergente que se preguntaron inicialmente (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráficas 1, 2, 3 y 18, 19, 20).

Se observa además falta de comprensión en los conceptos de evolución divergente y coevolución, en ambos grupos (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráficas 4, 5 y 21, 22).

Es importante mencionar que los conceptos para los mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad, tanto para el grupo control como experimental son difíciles de comprender, aunque en los programas del CCH se tratan en los temas de Evolución y la Diversidad de los Sistemas Vivos en cursos previos, parece que no son comprendidos en su totalidad, como sucede también con los conceptos de especiación, especiación simpátrica y alopátrica, mecanismos pre y poscigóticos e hibridación y el concepto de especie (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráficas, 6,7,8,9,10, y 12; 23,24,25,26,27 y 29). Excepto en el término biodiversidad, donde se observa que las respuestas del grupo control y experimental, tienen aproximadamente el cincuenta por ciento de preguntas correctas (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráfica 11 y 28).

Para la pregunta ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos? Se

observó que aproximadamente un tercio contestó correctamente (Anexo 1; Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráfica 13 y 30). Sin embargo para el concepto de taxonomía y especie taxonómica para el grupo control y el grupo experimental, el porcentaje de respuestas correctas es bajo o nulo (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Anexo 2, Gráficas 14,15; 31,32).

Con respecto a las respuestas a las preguntas ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies? Y ¿Crees que un perro chihuahuense es una especie diferente de un pastor alemán? y ¿por qué? El porcentaje de respuestas correctas es bajo en ambos grupos (Anexo 1, Tablas 1 y 3; Gráficas 16 ,17 y 33, 34).

7.2. POSTEST

Después de la instrucción (clase tradicional) en el grupo control y de la aplicación de las estrategias en el grupo experimental, se observaron cambios favorables en el aprendizaje con algunas diferencias.

En el grupo control, con base en las lecturas mejoraron su comprensión de los conceptos de radiación adaptativa, evolución convergente y especiación alopátrica (Anexo 1, Tabla 2; Gráfica 1, 2, 3, y 8).

En el grupo experimental con las estrategias aplicadas con las dos lecturas breves y el pegado de las figurillas en las hojas de actividades, haciendo la analogía de los picos y las pinzas, se observó una mejor comprensión de los conceptos de radiación adaptativa y los tipos de pinzones, además de las preguntas complementarias (Anexo 1, Tabla 4, Anexo 2, Gráfica 18 y 19).

También se observó un avance en el grupo control con la clase tradicional y la lectura en los conceptos de evolución divergente, coevolución y especiación simpátrica (Anexo 1. Tabla 2; Anexo 2, Gráficas 3, 5 y 7).

Respecto al grupo experimental la presentación de imágenes en acetatos, además de la actividad de relacionar un insecto, un ave y un murciélago con las flores y la lectura (coevolución) contribuyó a mejorar la comprensión de los conceptos de evolución

divergente, coevolución, y especiación simpátrica (Anexo 1, Tabla 4, Anexo 2, Gráficas, 21,22, 24).

En cuanto a los conceptos de los mecanismos pre y poscigóticos e hibridación, en el grupo control el porcentaje de comprensión mejoró aunque no de manera significativa, debido a que sólo se basó en la clase expositiva y la elaboración de un cuadro comparativo (Anexo 1, Tabla 2; Anexo 2, Gráfica 9 y 10).

En el grupo experimental la comprensión mejoró con la actividad del esquema de la mula, donde había que llenar los cuadros con la secuencia de los mecanismos pre y poscigóticos, abundando además sobre el concepto de hibridación y poliploidía con imágenes en acetatos y cuadros comparativos (Anexo 1, Tabla 4; Anexo 2, Gráficas 26 y 27).

Respecto a los conceptos expresados en las clases expositivas, las lecturas y las estrategias aplicadas se observó, en ambos grupos que el concepto de Biodiversidad (Anexo 1, Tablas 2 y 4; Anexo 2 Gráficas 11 y 28 respectivamente) tuvo una mejor comprensión, sin embargo en la pregunta ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo las especies de manera individual? El nivel de comprensión en el grupo control con respecto al grupo experimental fue menor (Anexo 1, Tablas 2 y 4, Anexo 2, Gráficas 13 y 30).

Para los conceptos de taxonomía y especie taxonómica el nivel de comprensión en el grupo control mejoró con respecto al pretest, aunque el grupo experimental tuvo mejor desempeño ya que las imágenes en acetatos y el diseño de una clave taxonómica, lo mismo que los acetatos referentes a clasificaciones taxonómicas de plantas y animales, ayudaron a una mejor comprensión de estos conceptos (Anexo 1, Tablas 2 y 4; Anexo 2, Gráficas 14,15 y 31 y 32 respectivamente). En ese sentido también se pregunta para éste concepto ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies? y para el concepto de especie biológico ¿Consideras que un gato siamés es una especie diferente de un gato de angora? El grupo control con las clases expositivas, tuvo un aumento en las respuestas correctas en relación al pretest, respecto a la comprensión de éste conceptos (Anexo 1, Tablas 2 y 4; Anexo 2, Gráficas, 16 y 17) aunque comparándolo con el grupo experimental, éste tuvo un mejor desempeño debido a la lámina de las siluetas y el armado de rompecabezas, con

figuras representativas de diversos organismos como estrategias para la comprensión de los mismos (Anexo 1, Tablas 2 y 4; gráficas 33 y 34).

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con la interpretación de las tablas y las gráficas que se encuentran en los anexos 1 y 2, en el análisis de los resultados obtenidos, se observó que en el grupo control, donde la instrucción fue de forma expositiva con algunas lecturas y resúmenes, el aprendizaje fue menor en comparación con el grupo experimental, donde se aplicaron las diversas estrategias que se mencionan más adelante.

Lo anterior se muestra en las comparaciones de los resultados expresados en el posttest de ambos grupos, con respecto a la percepción sobre radiación adaptativa, evolución divergente y convergente, coevolución, especiación, especiación simpátrica y alopátrica, hibridación, biodiversidad y especie biológica y taxonómica, que forman parte de los mecanismos y patrones evolutivos que explican el origen de la diversidad.

Radiación adaptativa

La utilización de ilustraciones por medio de acetatos con dibujos y fotografías ayudó a la mejor comprensión de este concepto del grupo experimental con respecto al grupo control, ya que son recursos utilizados para expresar una relación espacial, esencialmente de tipo reproductivo (Postigo y Pozo, 1999) es decir que en las ilustraciones el significado se ubica en desarrollar o representar objetos, procedimientos o procesos cuando no se tienen en su forma real.

En el uso de analogías con respecto a las pinzas con los picos de los pinzones, el grupo experimental tuvo mejor comprensión debido a que en cada experiencia nueva se trata de relacionarla con los conocimientos y experiencias análogas, que ayudan a comprenderla (Díaz-Barriga, 2005) y como mencionan Curtis y Reigeluth (1984) “Una analogía es una sugerencia que indica que un objeto o suceso es parecido a otro”. Presentándose cuando dos o más objetos, ideas, conceptos o explicaciones son similares en algún aspecto y

cuando una persona extrae una conclusión acerca de un agente desconocido sobre la base de su parecido con algo que le es conocido.

Evolución divergente

En relación con este concepto, que va enlazado con el anterior, una segunda lectura dio más elementos al grupo experimental para comprenderlo con respecto al grupo control, ya que como lo menciona Vidal-Abarca y Gilabert (1991) “Se aprende leyendo y estudiando textos escritos, contestando preguntas o realizando actividades en las que se requiere haber comprendido la información textual”.

Evolución convergente y coevolución

Estos conceptos están relacionados; en las actividades del grupo control y experimental se realizaron sesiones similares, destacándose el mejor aprovechamiento en el grupo experimental porque aunque en ambos grupos se emplearon ilustraciones y una lectura, en el grupo experimental se anexó la actividad de relacionar organismos animales con flores (coevolución) y el llenado del cuadro CQA como estrategia metacognitiva, esta última con la finalidad de activar sus conocimientos previos, para organizar lo que se sabe, lo que se quiere aprender y lo que se ha aprendido (Ogle, 1990).

Especiación

El grupo experimental tuvo una comprensión mejor de este concepto debido a una segunda lectura, además de ilustraciones en acetatos con respecto al grupo control en el cual sólo se dio una clase expositiva de forma tradicional. Esto corresponde a lo que mencionan Postigo y Pozo (1999), “Frente a un texto, una imagen puede presentar información acerca de personas, objetos, ideas, y expresiones que adquieren un significado común y universal perdurando a través del tiempo”.

Especiación simpátrica y especiación alopátrica

Nuevamente estos conceptos están relacionados; en ambas sesiones del grupo control y experimental, aunque se realizaron lecturas sobre especiación y cuadros comparativos en el grupo experimental se observó un mejor aprovechamiento con el uso adicional de un organizador previo, como una práctica instruccional introductoria combinada con conceptos y proposiciones de mayor nivel de penetración y generalidad que la información nueva que se va a aprender, favoreciendo una comprensión más adecuada de la misma (Ausubel, 1976).

Mecanismos pre y poscigóticos

Aunque estos conceptos no se encuentran de forma explícita en el programa de Biología del Colegio, se abordaron como apoyo para la comprensión de los conceptos de especiación e hibridación, que se manejaron en las sesiones para ambos grupos, en donde el aprovechamiento del grupo control fue menor con respecto al grupo experimental porque se uso en este último una combinación de una breve lectura sobre “Especiación y macroevolución”, lo mismo que un esquema sobre la aparición de nuevas especies con el ejemplo de la mula como un híbrido, además de una ilustración de poliploidía en plantas.

Hibridación y especiación

En este punto se observó una mejor comprensión en el grupo experimental en comparación al grupo control ya que estos conceptos están relacionados con los mecanismos pre y poscigóticos. En la comprensión del mecanismo de hibridación se utilizó, además de la lectura, el esquema y las imágenes relacionadas con el concepto de especiación. La combinación de estas estrategias es lo que Eggen y Kauchak (1999), mencionan en el manejo de la información como “Todo lo que el docente tiene que hacer es capitalizar esas representaciones y usarlas simultáneamente para una comprensión profunda de los temas”.

Biodiversidad

Con respecto a este concepto, ambos grupos comprendieron de forma favorable en su mayoría, quizá debido a que en la actualidad es un tema ampliamente difundido en los medios de comunicación, los cuales han desempeñado un papel fundamental en la interpretación y reconstrucción de conceptos científicos, así como su transformación en realidades políticas y sociales (Weber y Schell, 2001).

Especie

El grupo experimental se acercó más a la comprensión de este concepto, ya que es razonable pensar que la visita al zoológico, junto con la actividad de iluminar un esquema con diversos biomas, organismos y preguntas intercaladas, además de una breve lectura (común a ambos grupos) auxilió en su percepción, a pesar de ser un concepto difícil de entender dada la problemática histórica que gira alrededor de él (Barberá, 1994).

Evolución

La comprensión del concepto de evolución fue mejor en el grupo experimental respecto al grupo control, quizás debido a que como se mencionó en el párrafo anterior, la visita al zoológico y la actividad lúdica de iluminar un esquema con diversos biomas y organismos les dio más elementos a los alumnos para comprender el proceso evolutivo.

Taxonomía

El concepto de taxonomía, presentó un aprendizaje relativamente aceptable en el grupo control, aunque el grupo experimental, fue favorecido ya que el diseño y uso de una clave taxonómica sencilla, como actividad procedimental les facilitó la comprensión de lo que es la taxonomía, como está organizada (jerarquías) y el papel de la nomenclatura en la asignación de nombres científicos como el género y la especie.

Especie taxonómica

Este concepto tuvo más elementos para ser comprendido por parte del grupo experimental, ya que tuvieron una mejor percepción respecto al grupo control, aunque la comprensión de este concepto no es fácil (su conceptualización no se encuentra de forma abundante en la bibliografía del nivel bachillerato), el uso de estrategias como la mencionada anteriormente es un complemento que el docente puede utilizar para que el alumno comprenda los mecanismos y procesos evolutivos que explican la diversidad.

Aunado a lo anterior la actividad de identificar organismos por medio de una hoja con

siluetas y el armado del rompecabezas, se utilizaron con la finalidad de integrar los conceptos de especie biológico y taxonómico, con lo que se logró una mejor comprensión en el grupo experimental, no así el grupo control, que presentó cierta confusión con la pregunta de si un gato siamés es de la misma especie que un gato de angora.

IX. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en el postest para el grupo control, muestran que si bien las clases expositivas ayudaron en la comprensión de los conceptos, el promedio de aprovechamiento fue menor, porque este tipo de enseñanza tradicional es repetitiva, no hay una interacción adecuada alumno-docente y a veces es tediosa para los alumnos.

Respecto al grupo experimental, la aplicación de las estrategias mejoró la comprensión de los conceptos que adjudicamos a la mayor interacción con sus compañeros y con el profesor además de fomentar las habilidades en el desarrollo de actividades sencillas y el sentido de colaboración y respeto que forman parte de los contenidos procedimentales y actitudinales con respecto a los temas tratados, como se observa en la gráfica comparativa del grupo control y experimental en el postest (pág. 118)

La indagación de las ideas previas como referente inicial, para conocer qué piensan los alumnos respecto a los conceptos abordados en este trabajo y en una gran diversidad de temas, es fundamental para saber con qué profundidad debe abordarse los contenidos establecidos en los programas para lograr una mejor comprensión de los mismos.

Además es necesario considerar que el diseño y el uso de estrategias en el aula, por parte del docente, son una fase en la intervención del proceso de enseñanza-aprendizaje que conlleva a que el alumno pueda lograr un aprendizaje significativo, aunque éstas no sean definitorias en dicho proceso. Ya que existen factores como, la diversidad de grupos y de horarios, que se da en todas las aulas donde se imparte la enseñanza en todos los niveles educativos.

Sin embargo no hay que olvidar que las estrategias forman parte de los propósitos y los contenidos que se encuentran establecidos en los programas de estudio de las diferentes asignaturas del CCH, y pueden estas ayudar de manera sustancial a la adquisición de un aprendizaje significativo, es por eso que la labor que desempeña el docente es amplia y que junto con del alumno debe ser coordinada, fomentando más actividades que despiertan el interés y la motivación de los estudiantes por aprender y poder relacionar los conceptos

asimilados en clase con su entorno cotidiano.

Considerando lo anterior, la exposición de clases de forma tradicional por parte de algunos docentes, puede verse enriquecida con una actualización disciplinaria y pedagógica en la participación de cursos y talleres, que pueden facilitar su práctica profesional, auxiliándose además con algunas estrategias que pueden fomentar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos y las experiencias en el alumno; meta que muchos docentes aspiran lograr utilizando los contenidos de los programas de educación media superior.

Por último se espera que éste trabajo sea útil para los profesores que se enfrentan día a día con los problemas que surgen en el aula en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Ciencia.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, A. y Zorrilla, J. F. 2010. *Globalización y educación media superior en México. En busca de la pertinencia curricular*. Perfiles educativos. UNAM. 32 (127): 38-57.
- Akker, van der. 1998. *The Science Curriculum: Between Ideals and Outcomes*. En B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press. 421-447.
- Ausubel, D. 1976. *Psicología educativa*. ed. Trillas, México.
- Ayala, C.L., Santiuste, V. y Barriguete, C. (1993). “*Interpretación de la tarea y estrategias de aprendizaje: Influencia de las intenciones atribuidas al profesor*”. En J.A. Beltrán, L. Pérez, E. González, R. González y D. Vence. *Líneas actuales en la intervención psicopedagógica I: Aprendizajes y contenidos del currículum*. Madrid: SYSTECO.
- Ayala, F, J. 1980. *Origen y evolución del hombre*. Alianza editorial, Madrid.
- Ayala, F, J. 1997. *La teoría de la evolución*. De Temas de Hoy, A. España.
- Balinsky, B. 1978. *Introducción a la embriología*. Ed. Omega, Barcelona.
- Ball. G. 1994. *Nociones actuales acerca de la Sistemática y la clasificación de los insectos*. Departamento de Entomología, University of Alberta, Canadá. 39-52.
- Balluerka, N. 1995. *Cómo mejorar el estudio y aprendizaje de textos de carácter científico*. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- Barberá, Ó. 1994. *Historia del concepto de especie en Biología*. Enseñanza de las ciencias. 12 (3): 417-430.
- Belmont, J. M. 1989. “*Cognitive strategies and strategic learning*”. *American Psychologist*, 44 (2): 142-148.
- Blunt, W. 1971. *Linneo: El naturalista completo*. New York. Viking.
- Brown, A. L. 1975. *The development of memory: knowing, knowing about knowing and knowing how to know*. En H.W Reese (ed.) *Advances in child development and behavior* 10. Nueva York: Academic Press.
- Brown, A.L. 1987. *Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanism*. En F.E. Weinert y R.H. Kluwe (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, New Jersey, Erlbaum. 65-116.
- Bruner, J. 1984. *Acción, pensamiento y lenguaje*. Alianza editorial. Madrid. (Comp.) José Luis Linaza.

- Bruner, J. 1986. *Realidad mental y mundos posibles*. Gedisa: Barcelona; trad. Beatriz López.
- Brush, S. 1989. *History of Science and science education*. Interchange. 20(2): 60-70.
- Bult, C. 1996. *Life's Last Domain*. Science. 273 (5278): 1043-1045.
- Bynum, W. Browne, E. y Porter, R. 1986. *Diccionario de Historia de la Ciencia*. Herder. Madrid.
- Carey, S. 1985. *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Ma.: MIT Press.
- Carmona, R. y Pavon, M. 2010. *Cambios en la educación media superior: ¿Y la RIEMS?* www.observatorio.org/opinion/
- Carretero, M. 1997. *Constructivismo y educación*. Ed. Progreso. México.
- Cavalli-Sforza. 1981. *Genética de poblaciones*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Chi, M. T. H. 1992. *Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science*. En R. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science*. Minnesota studies in the philosophy of science. Minnesota, Ma.: University of Minnesota Press. 15: 129-186.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. 1996. *Plan de estudios actualizado*. México, UNAM DGCCH.
- Coll, C. 1981. *Psicología genética y educación*. Pedagogía. Barcelona; Col. Psicología. Versión castellana de Reyes de Villalonga.
- Coll, C. 1990. *Un marco de referencia psicológico para la Educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza*. Alianza, Psicología de la Educación, Madrid.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. 1993. *El constructivismo en el aula*. Ed. Graó, España.
- Coll, C. 1997. *¿Qué es el constructivismo?* Ed. Magisterio Río de la Plata. Argentina.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México*. Documento de apoyo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Versión actualizada a mayo de 1998. México.
- Costanza, d' Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K; Naeem S, O'Neill R, Paruelo J, Raskin R, Sutton P, van den Belt M. 1997. *The value of the word's ecosystem services and natural capital*. Nature 387: 253-260.
- Cracraft, J. 1983. *Cladistic analysis and vicariance biogeography*. Amer. Science. 71: 273-282.

- Crisci, J.V. y López Armengol, M. F. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Monografías de la OEA, Serie de Biología. (26) Washington, D.C.
- Crisci, J.V. y Morrone, J.J. 1992. *Panbiogeografía y biogeografía cladística*. Paradigmas actuales de la biogeografía histórica. Ciencias (México) número especial 6: 87-97.
- Croizat, L. 1958. *Panbiogeography*. Publicación del autor, Caracas.
- Cubero, R. 1994. *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?* Investigación en la Escuela. 23: 33-42.
- Curtis, R. V. y Reigeluth, C. N. 1984. "The use of Analogies in written text". Instructional Science. 13: 99-117.
- Davis, P. y Heywood, V. 1963. *Principios de Taxonomía en Angiospermas*. D. Van Nostrand Co. Nueva York.
- De Alba, E. Reyes, ME. 1998. *Valoración económica de los recursos biológicos del país*. En la diversidad biológica de México: Estudios del país. CONABIO. México. p. 212.
- De Pro, Bueno, A. 1997. *¿Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales?*, Alambique. 14: 49-59.
- De Pro, Bueno, A. 1998. *¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en clases de ciencias?* Enseñanza de las Ciencias. 16 (1): 21-41.
- Delval, J. 1994. "¿Cantidad o calidad?". Cuadernos de pedagogía. 225: 15-18.
- Díaz-Barriga, F. y Lule, M.L. 1977. *Efectos de las estrategias preinstruccionales en alumnos de secundaria de diferentes niveles socioeconómicos*. Tesis de licenciatura. México. Facultad de Psicología, UNAM.
- Díaz-Barriga, F., Castañeda, M. L. y Lule, M. L. 1986. *Destrezas académicas básicas*. México. Departamento de Psicología Educativa. Facultad de Psicología. UNAM.
- Díaz-Barriga, A., y Hernández, R. 2005. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. McGraw-Hill, México.
- Dirzo, R. 1990. *La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?* Ciencias. 4: 48-55.
- Dobzhansky, T. 1975. *Genética del Proceso Evolutivo*. Ed. Extemporáneo. México.
- Dobzhansky, T., Ayala, F. Stebbins, G. y Valentine, J. 1980. *Evolución*. Omega. Barcelona.
- Domínguez, H. y Pérez, M. 1993. *El Bachillerato: Su evolución e Influencia en la demanda de carreras Científicas en el nivel de Licenciatura*. Perfiles Educativos, Oct. Dic. (62) UNAM, México.

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. 1994. *Making sense of secondary school science*. Routledge. Londres.
- Driver, R. & Esley, J. 1987. *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*. Studies in Science Education. 5: 61 - 84.
- Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. 1996. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata. Madrid.
- Ducret, J. 2001. *El constructivismo y la educación*. Constructivismos: Usos y perspectivas en la educación, Perspectivas. Revista trimestral de educación comparada. 31(2): 157-169.
- Duit, R. 1984. *Learning de energy concept in school: empirical results from the Phillippines and West Germany*. Physics Education. 19: 59-66.
- Eggen, P.D. y Kauchak, D.P. 1999. *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos y desarrollo de habilidades del pensamiento*. Buenos Aires: FCE.
- Ehrlich, P. y Raven, P. 1964. *Butterflies and plants: A study in coevolution*. Evolution 18: 586-608.
- Eldredge, N. 2000. *Las Especies, la Especiación y el Medio Ambiente*. ActionBiociencie.org
- Elosúa, M.R. y García, E. 1993. *Estrategias para enseñar y aprender a pensar*. IEPS-Narcea. Madrid.
- Entwistle, N. 1988. *La comprensión del aprendizaje en el aula*. Paidós-Ministerio de Educación y Ciencia; Madrid; Col. Temas de educación/10. Trad. Iris Menéndez. 136.
- Erickson, G. 2000. *Research programmer and the student science learning literature*. En R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), Improving Science Education Buckingham U.K.: Open University Press. 271-292.
- Espinosa, D y Llorente, J. 1993. *Fundamentos de biogeografías filogenéticas*. Facultad de Ciencias. UNAM-CONABIO. México.
- Fensham, P. 2000. *Providing suitable content in the 'science for all curriculum*. En R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), Improving science education (pp. 1147-164). Buckingham U.K.: Open University Press.
- Flavell, J.H. y Wellman, H.M. 1977. *Metamemory*. En R.V. Kail y J.W. Hagen (eds.) Perspectives on the development of memory and cognition. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Flavell, J.H. 1979. *Metacognition and cognitive monitoring*. American Psychologist. 34: 906-911.
- Flavell, J.H. 1993. *El desarrollo cognitivo*. Visor. Madrid.

- Flórez, O.R. 1994. *Hacia una pedagogía del conocimiento*. McGraw-Hill. México.
- Flores, F. y Gallegos, L. 1999. *Construcción de conceptos físicos en estudiantes*. La influencia del contexto. *Perfiles Educativos* 21(85, 86), 90-103.
- Flores, F. (Coord.) 2004. *Ideas Previas*.
www.ideasprevias.cistrum.unam.mx;2048/preconceptos.html.
- Gallegos, C. L. 1998. *Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la física*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., México.
- García, G. E. 2000. *Vigotsky. La construcción histórica de la psique*. Trillas: México.
- Garner, R. y Alexander, P.A. 1989. "Metacognition: answered and unanswered". *Educational Psychologist*. 24 (2): 143-158.
- Gardner, H. 1994. *La estructura de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples*. FCE, México.
- Gaston, K. Spicer, J. 1998. *Biodiversity*. An introduction. Blackwell Science. Malden, EEUU. 1-39.
- Gil Escudero, G. y García Garrido, J.L. 1998. *La evaluación comparativa Internacional de los Resultados Educativos de los Estudiantes* en A. Medina (Ed.) *Evaluación de los Procesos y Resultados del Aprendizaje de los estudiantes*. Madrid, UNED.
- Grant, V. 1989. *Especiación vegetal*. Ed. Limusa. México.
- Halffter, G. Ecurra, E. 1992. *¿Qué es la biodiversidad?* En Halffter G. (Comp.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I. acta Zoológica Mexicana*. Vol. Especial, México. 4.
- Hardison, R. 1999. *La evolución de la hemoglobina*. *American Scientist*, Marzo-Abril.
- Harper, J. Hawksworth, D. 1995. *Preface*. En Hawksworth D.L. (Ed.) *Biodiversity, measurement and estimation*. Chapman Hall. Londres, Inglaterra. 5-11.
- Hernández, P. y García, L.A. 1991. *Psicología y enseñanza del estudio*. Madrid. Pirámide.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetics systematics*. University of Illinois Press. Urbana, Chicago.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. 1991. *La ciencia de los alumnos*. Málaga, España. El Zevir.
- Hopwood, A. 1957. *The development of pre-Linnean taxonomy*. *Proc. Linn. Soc. Lond.* 170: 230-234.
- Hull, D. 1965. *The effect of essentialism on taxonomy –two thousand years of stais-* (I). *Br. J. Philos. Sci.* 15 (60): 314-326.

- Jeffries, M. 1997. *Biodiversity and conservation*. Routledge. Londres, Inglaterra. 4-6.
- Jiménez G., E., Solano M., I. y Marín M. N. 1994. *Problemas de terminología en estudios realizados acerca de "lo que el alumno sabe" sobre ciencias*. Enseñanza de las Ciencias 12(2): 235-245.
- Jones M., G., Carter, G. & Rua, M. 1999. *Children's concepts: tools for transforming science teachers' knowledge*. Science Education 83: 545 - 557.
- Kozulin, A. 2000. *Instrumentos psicológicos*. Barcelona. Paidós.
- Kuhn, T. S. 1970. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. 1978. *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers*, Vol. 1. Cambridge Mass: Cambridge University Press.
- Ledyard, G. 1978. *Procesos de la evolución orgánica*. Prentice-Hall Inc. España.
- Leemans, R. 1999. *Modelling for species and habitats: new opportunities for problems solving*. The Science of Total Environment 240: 51-73
- Levin, D. 1979. *The nature of plant species*. Science. 204: 381- 384.
- Loa, E. Cervantes, M. Durand, L. Peña, A. 1998. *Uso de la biodiversidad*. En la diversidad biológica de México. Estudio de país CONABIO. México. 104.
- Lobera, F. 2006. *Estrategias creativas en relación a los ritmos de aprendizaje*. Ministerio de Educación Inicial. Lima, Perú.
- Lovejoy, T.E. 1980. *Changes in biological diversity*. En Barney G.O. (Ed.) The Global 2000 Report to President. Penguin. Harmondsworth, EEUU. 2: 327-332.
- Lucio, A.R. 1994. *El enfoque constructivista en la educación*. Revista educación y cultura (34). Santa-fé de Bogotá: Centros de estudios e Investigaciones Docentes-Federación Colombiana de educadores (CEID-FECODE).
- McDermott, L. 1984. *Research on conceptual understanding in mechanics*. Physics Today (July) 24-32.
- MacMahon, J., Phillips, D., Robinson, J., y Schimpf, D. 1978. . *Levels of Biological organization; an organism-centered approach*. Biociencia. 28 (11): 700-704.
- Mader, S. 2007. *Biología*. 9a. Ed. McGraw-Hill. México.
- Madrid, V. 1990. *La especie: de Ray a Darwin*. Ciencias. 19: 3-9.
- Margulis, L., Schwartz, K. 1985. *Cinco reinos*. Guía ilustrada de los phyla de la vida en la

Tierra. Ed. Labor. España.

Martí, E. 1995. *Metacognición: entre la fascinación y el desencanto*. Infancia y Aprendizaje, 72: 9-32.

Matthews, M. 1990. *History, philosophy and science teaching*. What can be done in an undergraduate course? Studies in Philosophy and Education 10: 93.

Mayer, R.E. 1984. *Aids to text comprehension*. Educational Psychologist, 19 (1): 43-64.

Mayr, E. 1946. *History of north American bird fauna*. Wilson Bull. 58: 3-41.

Mayr, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw Hill, Nueva York.

Mayr, E. y Ashlock, P. 1991. *Principios de Sistemática Zoológica*. 2ª.ed. McGraw-Hill.

Melchor, J. 2004. *Nociones acerca del constructivismo*.

<http://www.monografias.com/trabajos15/constructivismo.shtml?monosearch>.

Mengascini, A y Menegaz, A. 2005. *Las clasificaciones biológicas en contextos de enseñanza*. Enseñanza de las ciencias, número extra. VII Congreso.

Monereo, C. 1990. *Las estrategias de aprendizaje en la educación formal: enseñar a pensar y sobre el pensar*. Infancia y aprendizaje. 50: 3-25

Monereo, C. Castelló, M. Clariana, M. Palma, M. Lluïsa P. 1994. *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Graó. España.

Moreno, J. 2002. *Historia de las teorías evolutivas*. Departamento de Ecología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid. 27-43.

Morrone, J. y Carpenter, J. 1994. *In search of a method for cladistic biogeographic: An empirical comparison of component analysis, brooks parsimony analysis, and three-area statements* Cladistics. 10: 99-153.

Muñoz-Chápuli, R. 1998. *Curso de sistemática filogenética*.

<http://www.ciencias.uma.es/departamentos/bioanimal/sfonline/sistemática/filogenetica/creditos.html>.

Nelson, G y Platnick. 1981. *Systematic and Biogeography*. Columbia University Press, Nueva York.

Nersessian, N. 2007. *Razonamiento basado en modelos y cambio conceptual*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4(3): 563-570.

Nisbet, J. y Shucksmith. 1987. *Estrategias de aprendizaje*. Santillana Aula XXI. México.

Norse, E.A. McManus, R.E. 1980. *Ecology and living resources biological diversity*. En

environmental quality 1980: The eleventh report of the Council on Environmental Quality. Washington DC, EEUU. 31-80.

Núñez, I, González-Gaudio, E., Barahona, A. 2003. *La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto*. Rev. Interciencia. 28 (7): 387-393.

Ogborn, J. 1985. *Understanding students' understanding: An example from dynamics*. International Journal of Science Education 7(2): 141-150.

Ogle, D. 1990. *Qué sabemos, qué queremos saber: Una estrategia de aprendizaje*. En K.D. Muth (Comp.). El texto expositivo. Estrategias para su comprensión. Buenos Aires: Aique.

Olsen, G y Woese, C. 1977. *Archaeal genomics: An Overview*. Cell. 89.

Oyama. K. 1987. *La coevolución*. Revista Ciencias. UNAM. México.

Piaget, J. 1975. *La composición de las fuerzas y el problema de los vectores*. Madrid, España, Ediciones Morata.

Piaget, J. 1981. *La toma de conciencia*. Madrid, España. Ediciones Morata.

Porlán, R. (Comp.) 1997. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores. España.

Postigo, Y. y Pozo, J.I. 1999. *Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica*. En J.I. Pozo y C. Monereo (coord.). El aprendizaje estratégico. Madrid: Santillana.

Pozo, J.I. Gómez Crespo, M.A.; Limón, M. y Sanz, A. 1991. *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: ideas de los alumnos sobre la química*. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC.

Pozo, J. I. y Postigo, Y. 1994. *La solución de problemas como contenido procedimental de la educación obligatoria*. Santillana. En J.I. Pozo (coord.). La solución de problemas. Madrid.

Quesada, C. R. 2005. *Como planear la enseñanza estratégica*. México, Limusa, Noriega. 101-129.

Reid, E. 2001. *Capturing the value of ecosystems services to protect biodiversity*. En Managing human-dominated ecosystem. Monographs in systematic botany. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, EEUU. 84:197-200.

Rodrigo, M.J. y Cubero, R. 1998. *Constructivismo y enseñanza: Anuario de didáctica de la Geografía, la Historia y las Ciencias Sociales*. 2: 25-44.

Rodrigo, M.J. Arnay, J. (Comp.). 1997. *La construcción del Conocimiento Escolar*. Ed. Paidós. Barcelona.

Romer, A. y Parsons, T. 1981. *Anatomía comparada*. 5ª. Edición, Interamericana. México.

- Sánchez, O. 1999. *Diplomado en el manejo de vida silvestre*. Conservación y manejo de vertebrados del norte árido y semiárido de México / Oscar Sánchez y Ella Vázquez-Domínguez, (eds.) México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 13-23.
- Sanchís, E., Fos, M. Bordón, Y. 2004. *Biogeografía*. Universidad Politécnica de Valencia. Ed.UPV. España.
- Savard, JP, Clergeau, P. Mennechez, G. 2000. *Biodiversity concepts and urban ecosystem*. Landscape and Urban Planning. 48: 131-142.
- Schmeck, R. 1988. *Learning Strategies and Learning Styles*. New York. Plenum Press.
- Schmitt, S. 2006. *Aux origenes de la Biologie moderne*. L'anatomie compare de Aristoté Á la Theorié de L'évolution, Paris. Ed. Belin.
- Schoon, K. & Boone, W. 1998. *Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers*. Science Education. 82:553-568.
- Scott, P., Asoko, H., Driver, R. & Emberton, J. 1994. *Working from children's ideas: planning and teaching a chemistry topic from a constructivist perspective*. En P. J. Fensham, R. F. Gusntone & R. T. White (Eds.), *The Content of Science: A Constructivist approach to is Teaching and Learning* London, U.K.: The Falmer Press. 201-220.
- Simpson, G. 1940. *Mammals and land bridges*. J. Wash. Acad. Sci. 30:137- 163.
- Simpson, G. 1961. *Principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, Nueva York.
- Slobodchikoff, C. 1976. *Concepts of species* (Introduction), Dowden, Hutchinson & Ross. Inc. Stroudsburg, Pennsylvania.
- Solbring, O. 1994. *Biodiversity: introduction*. En Solbring O. et al. (Eds.) *Biodiversity and global change*. CAB International. Wallingford, EEUU. 13.
- Solís, V. Madrigal, P. Ayales, I. 1998. *Convenio sobre la diversidad biológica*. Un texto para todos. Convention on Biological Diversity Secretariat. UICN, FES, FAO, FARBEN. San José, Costa Rica. 49.
- Stebbins, G. L. 1978. *Procesos de la Evolución Orgánica*. Prentice-Hall, México.
- Strike, K. & Posner, G. 1985. *A conceptual change view of learning and understanding*. En L. H. T. Pines & A. L. West (Eds.), *Cognitive Structures and Conceptual Change* Orlando, Florida: Academic Press. 211-232.
- Tiberghien, A. 1994. *Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations*. Learning and Instruction 4: 71-87.

- Thomas, J.W. y Rohwer, W.D.Jr. 1986. Academic studying: The role of learning strategies. *Educational Psychologist*. 21: 19-41.
- Toledo, M.V. 1994. *La diversidad biológica de México*. *Ciencias*. 34: 201-215.
- Toledo, A. 1998. *Economía de la biodiversidad*. PNUMA. México. 48.
- Vidal-Abarca, E. y Gilabert, R. 1991. *Comprender para aprender: un programa para mejorar la comprensión y el aprendizaje de textos*. Madrid: CEPE.
- Vidal, R. Díaz, A., Noyola, J. 2005. *El proyecto PISA: Su aplicación en México*. Dirección de proyectos Internacionales y Especialidades del INEE. INEE. México.
- Viennot, L. 1979. *Spontaneous reasoning in elementary dynamics*. *European Journal of Science Education*. 1: 205-222.
- Vigotsky, L. S. 1979. *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Grijalbo Barcelona.
- Wandersee, J., Mintzes, J. & Novak, J. 1994. *Research in alternative conceptions in science*. En D. Gabel (Ed.), *Research Handbook on Research on Science, Teaching and Learning* New York, N.Y. McMillan Pub. 177-210
- Watts, M. & Bentley, D. 1994. *Humanizing and feminizing school science: reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education*. *International Journal of Science Education* 16(1): 83-97.
- West, Ch. K., Farmer, J. A. y Wolff, P. M. 1991. *Instructional design, Implications from cognitive science*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Whittaker, R. 1969. *New concepts o Kingdoms of organisms*. *Science*. vol. 163.
- Whiteleggs, E. 1996. *Gender effects in science classrooms*. En G. Welford, J. Osborne & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe* London, U.K.: The Falmer Press. 297-311
- Wiley, E. 1981. *Phylogenetics: the theory and practice of Phylogenetics systematic*. J. Wiley and Sons, Nueva York.
- Wilson, E. 1997. *Introduction*. En Reaka M et al. (Eds.) *Biodiversity II*. Joseph Henry Press. Washington DC. EEUU. 1-3.
- Wilson, E. 2002. *Especiación y Biodiversidad*. ActionBiociencia.org. (entrevista).
- Weber, J. y Schell, C. 2001. *The communications process as evaluative context: what do nonscientists hear when scientists speak?* *Bioscience* 5: 487-495.
- Zirkle, C. 1957. *Species before Darwin*. *Proc. Am. Philos. Soc.* 103 (5): 636-644.

XI. ANEXO 1. TABLAS DE RESULTADOS DEL PRETEST Y POSTEST DEL GRUPO CONTROL Y DEL GRUPO EXPERIMENTAL

TABLA 1. RESPUESTAS DEL PRETEST DEL GRUPO CONTROL

	Correcto	Incorrecto
1. ¿Qué entiendes por radiación adaptativa?	2	28
2. ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos diferentes de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando un nicho ecológico diferente?	4	26
3. ¿Qué entiendes por evolución convergente?	1	29
4. ¿Y evolución divergente?	1	29
5. ¿Podrías dar un ejemplo de coevolución que conozcas o hayas visto?	1	29
6. ¿Qué es especiación?	5	25
7. ¿Y especiación simpátrica?	1	29
8. ¿Sabes que es especiación alopátrica?	2	28
9. ¿Qué entiendes por mecanismos pre y poscigóticos?	0	30
10. ¿Qué es hibridación?	3	27
11. ¿Qué entiendes por biodiversidad?	15	15
12. ¿Qué entiendes por el concepto de especie? Y cita un ejemplo que conozcas	4	26
13. ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos?	9	21
14. ¿Qué es taxonomía?	4	26
15. ¿Qué entiendes por especie taxonómica?	0	30
16. ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies?	8	22
17. ¿Crees que un perro chihuahuense es una especie diferente de un pastor alemán? ¿Por qué?	7	23

TABLA 2. RESPUESTAS DEL POSTEST DEL GRUPO CONTROL

	Correcto	Incorrecto
1. ¿Qué entiendes por radiación adaptativa?	20	10
2. ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos especiales de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando un nicho ecológico diferente?	18	12
3. ¿Qué entiendes por evolución divergente?	18	10
4. ¿Y evolución convergente?	20	12
5. ¿Podrías dar un ejemplo de coevolución que conozcas o hayas visto?	26	4
6. ¿Qué es especiación?	19	11
7. ¿Y especiación simpátrica?	20	10
8. ¿Sabes qué es especiación alopátrica?	21	9
9. ¿Qué entiendes por mecanismos pre y poscigóticos?	22	8
10. ¿Qué es hibridación?	18	12
11. ¿Cómo relacionas lo aprendido con la biodiversidad?	26	4
12. ¿Qué entiendes por el concepto de especie? y cita un ejemplo que conozcas	22	8
13. ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo las especies de manera individual?	18	12
14. ¿Qué es taxonomía?	19	11
15. ¿Qué entiendes por especie taxonómica?	17	13
16. ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies?	18	12
17. ¿Crees que un gato siamés es una especie diferente de un gato de angora? ¿Por qué?	20	10

TABLA 3. RESPUESTAS DEL PRETEST DEL GRUPO EXPERIMENTAL

	Correcto	Incorrecto
1. Explica qué es radiación adaptativa	1	29
2. ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos diferentes de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando un nicho ecológico diferente?	6	24
3. ¿Qué es evolución convergente?	1	29
4. ¿Qué es evolución divergente?	2	28
5. ¿Qué entiendes por coevolución?	2	28
6. ¿Qué es especiación?	3	27
7. ¿Qué es especiación simpátrica?	1	29
8. ¿Qué entiendes por especiación alopátrica?	2	28
9. ¿Que son los mecanismos pre y poscigóticos?	3	27
10. ¿Qué es hibridación?	2	28
11. ¿Qué es biodiversidad?	16	14
12. ¿Qué entiendes por el concepto de especie? y cita un ejemplo que conozcas	2	28
13. ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos?	9	21
14. ¿Qué es taxonomía?	6	24
15. ¿Qué entiendes por especie taxonómica?	0	30
16. ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies? ¿Por qué?	9	21
17. ¿Crees que un perro chihuahuense es una especie diferente de un pastor alemán? ¿Por qué?	7	23

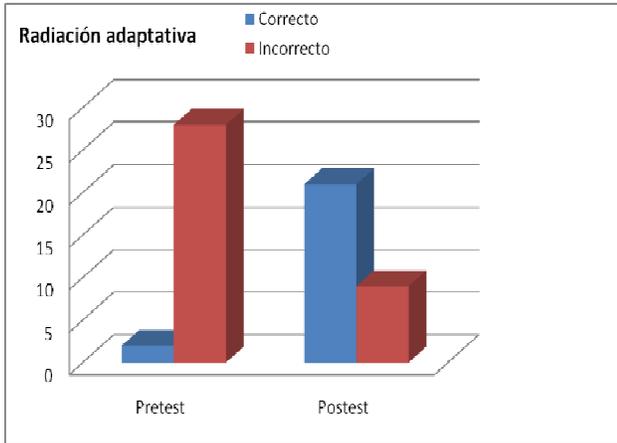
TABLA 4. RESPUESTAS DEL POSTEST DEL GRUPO EXPERIMENTAL

	Correcto	Incorrecto
1. Explica qué es radiación adaptativa y da un ejemplo	28	2
2. ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos especiales de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando un nicho ecológico diferente?	27	3
3. ¿Qué es evolución convergente?	28	2
4. ¿Qué es evolución divergente?	28	2
5. ¿Qué entendiste por coevolución?	29	1
6. ¿Qué es especiación?	28	2
7. ¿Qué es especiación simpátrica?	26	4
8. ¿Qué entendiste por especiación alopátrica?	28	2
9. ¿Qué son los mecanismos pre y poscigóticos?	27	3
10. ¿Consideras que el concepto de hibridación contradice el concepto de especie? ¿Por qué?	27	3
11. ¿Cómo relacionas lo aprendido con la biodiversidad?	29	1
12. ¿Qué entendiste por el concepto de especie? y cita un ejemplo que conozcas	27	3
13. ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo las especies de manera individual?	27	3
14. ¿Qué es taxonomía?	27	3
15. ¿Qué entendiste por el concepto de especie taxonómica?	24	6
16. ¿Consideras que la forma es suficiente para distinguir a las especies? ¿Por qué?	28	2
17. ¿Consideras que un gato siamés es una especie diferente de un gato de angora? ¿Por qué?	24	6

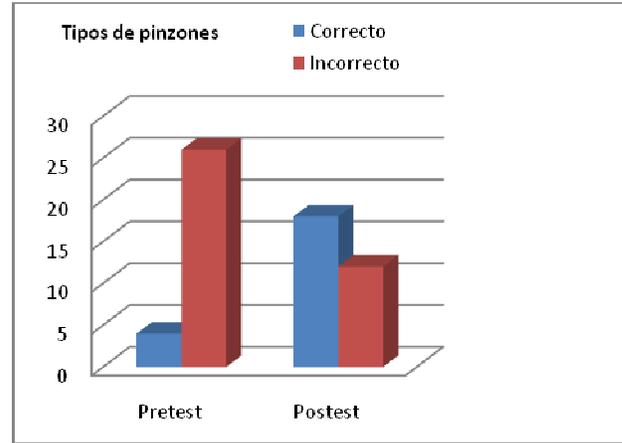
XII. ANEXO 2. GRÁFICAS

Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos (30) del Grupo Control al resolver las preguntas del pretest y postest.

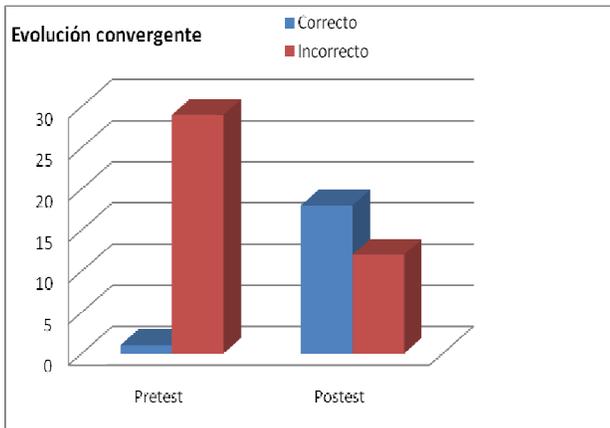
Gráfica 1



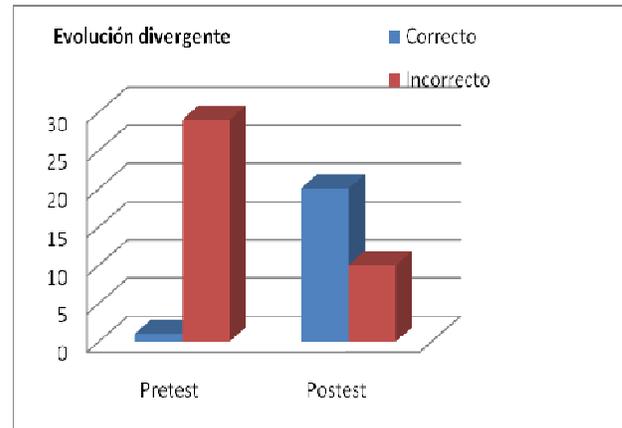
Gráfica 2



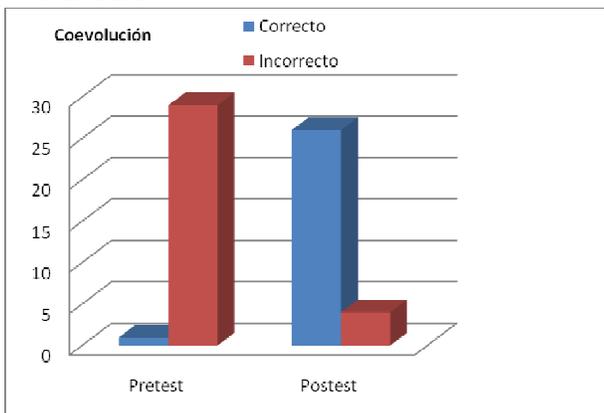
Gráfica 3



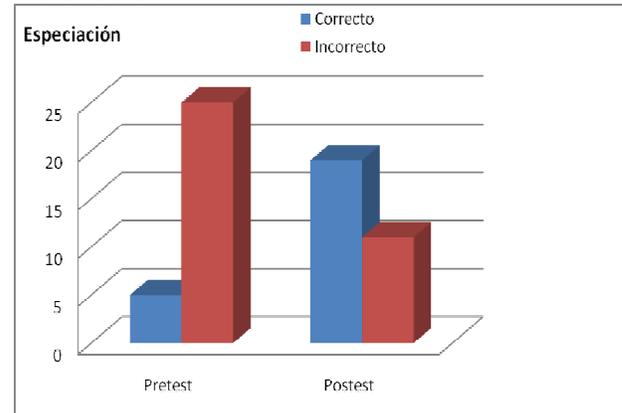
Gráfica 4



Gráfica 5

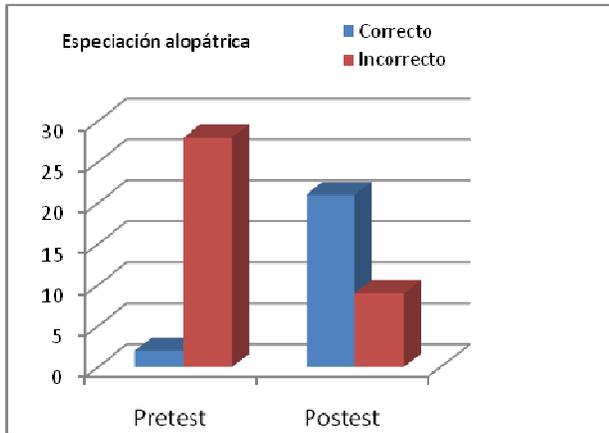


Gráfica 6

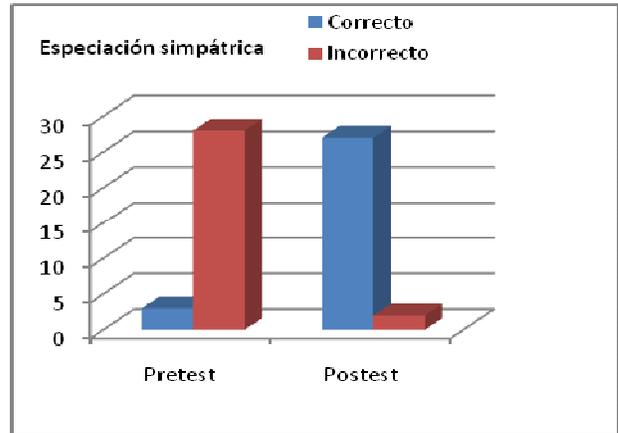


Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos del Grupo Control al resolver las preguntas del pretest y postest.

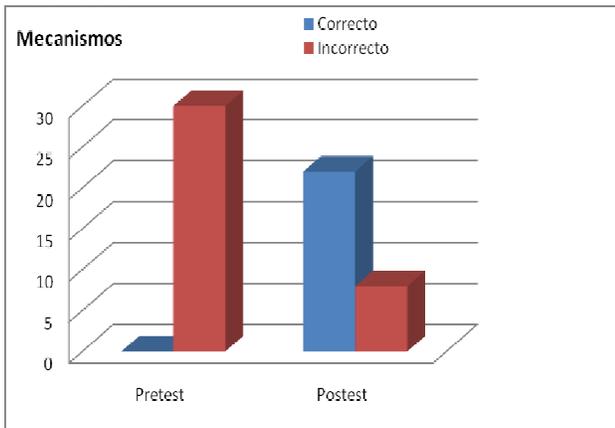
Gráfica 7



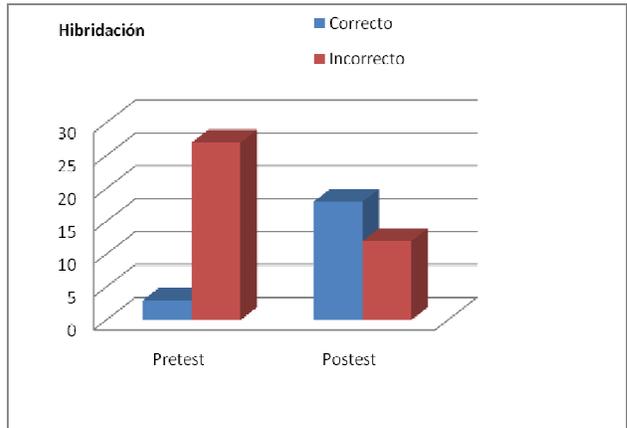
Gráfica 8



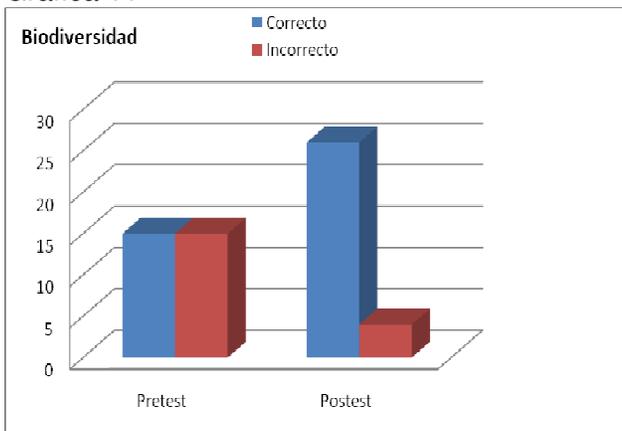
Gráfica 9



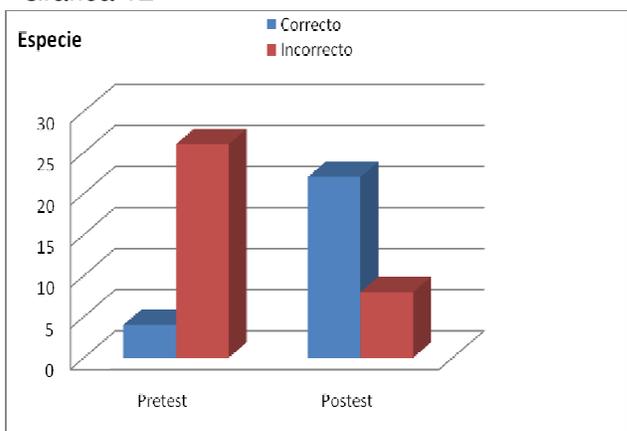
Gráfica 10



Gráfica 11

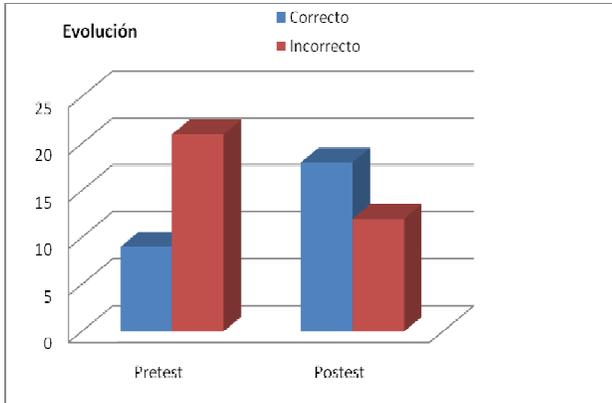


Gráfica 12

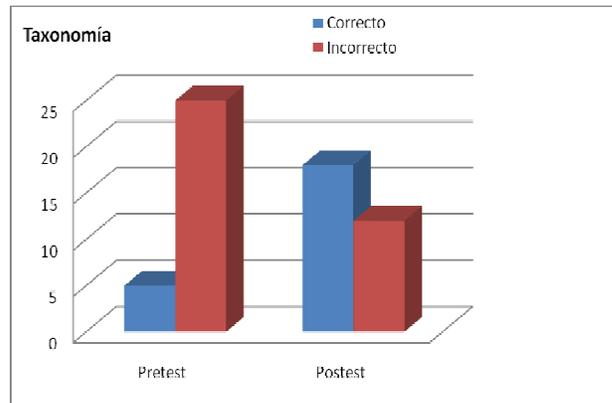


Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos del Grupo Control al resolver las preguntas del pretest y postest.

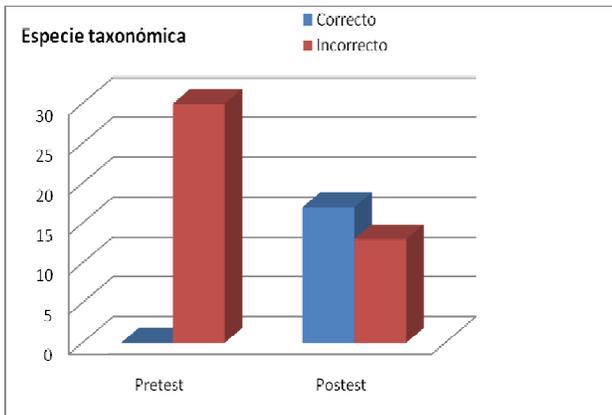
Gráfica 13



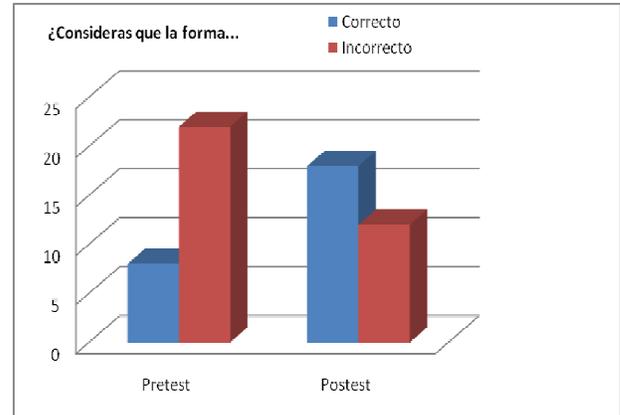
Gráfica 14



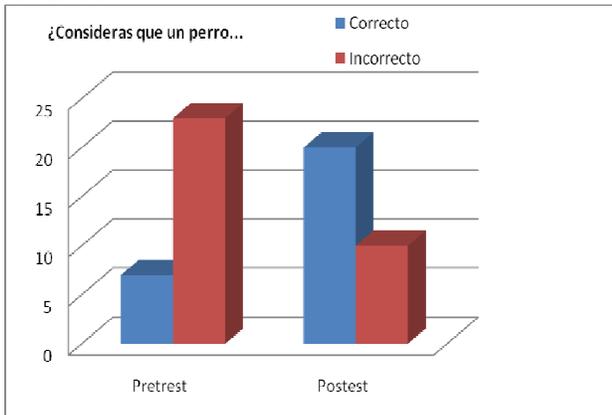
Gráfica 15



Gráfica 16

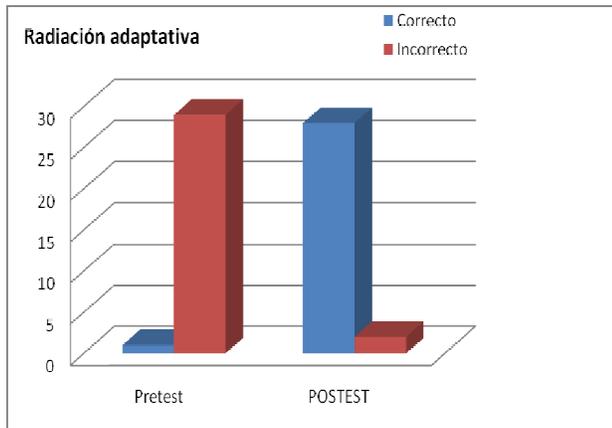


Gráfica 17

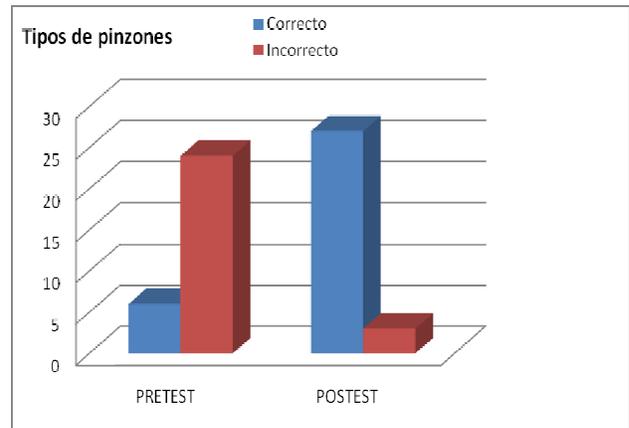


Anexo 2. Gráficas que muestran el comportamiento de los alumnos (30) del Grupo Experimental al resolver las preguntas del pretest y el postest.

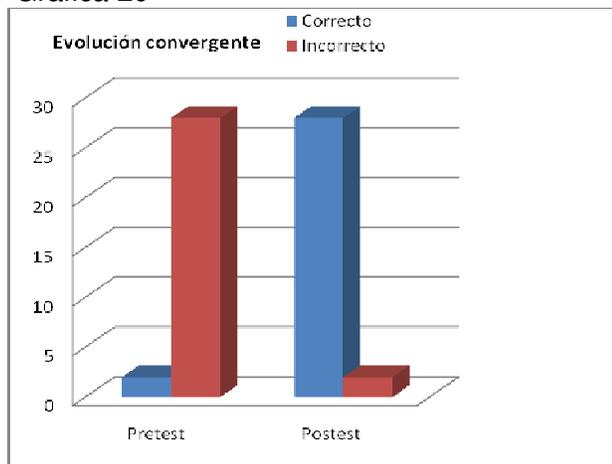
Gráfica 18



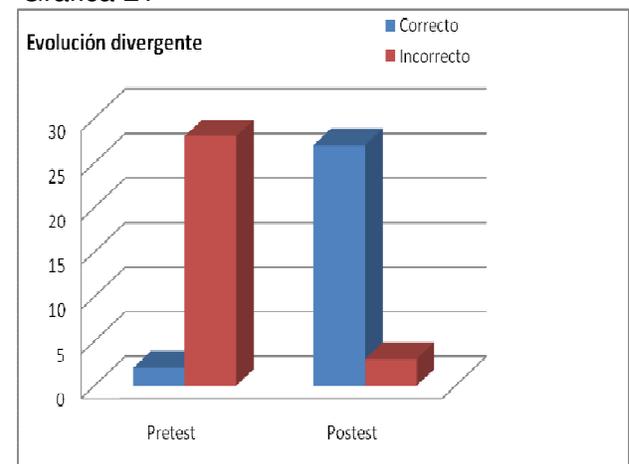
Gráfica 19



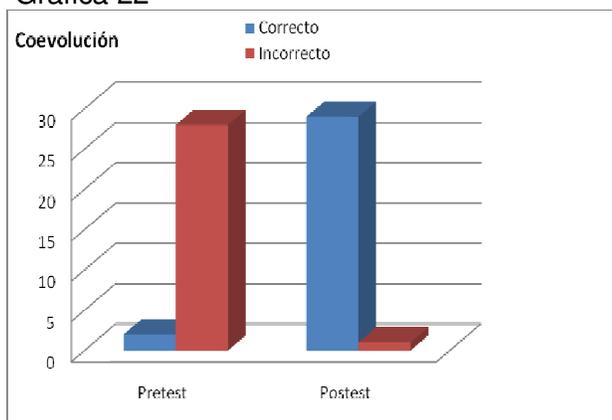
Gráfica 20



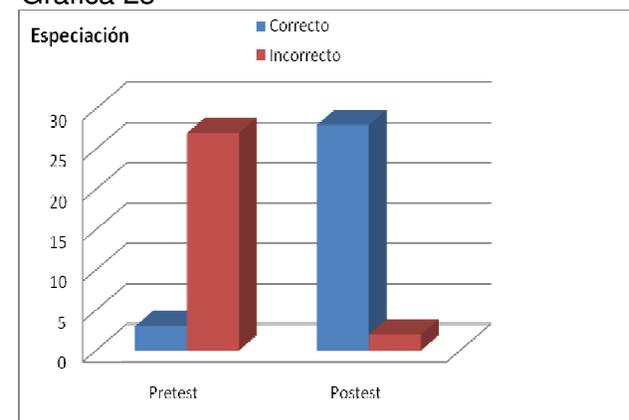
Gráfica 21



Gráfica 22

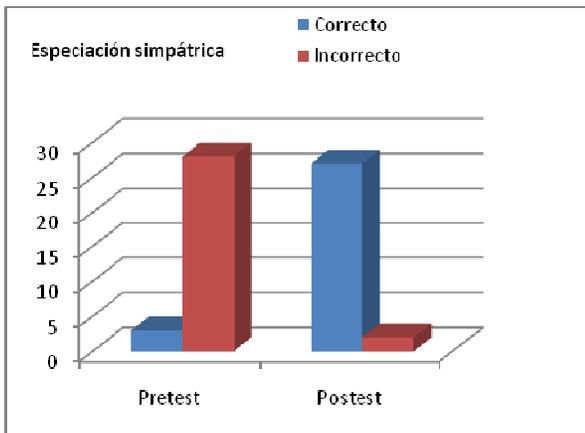


Gráfica 23

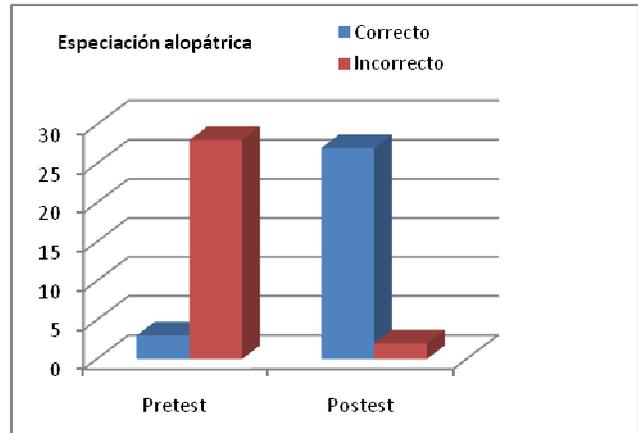


Gráficas que muestran el comportamiento del Grupo Experimental al resolver las preguntas del pretest y el postest.

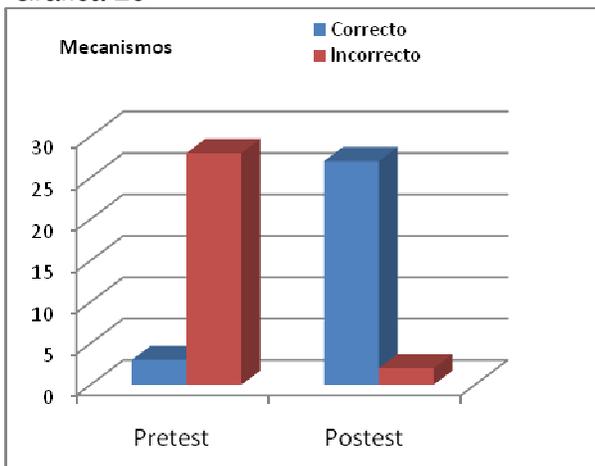
Gráfica 24



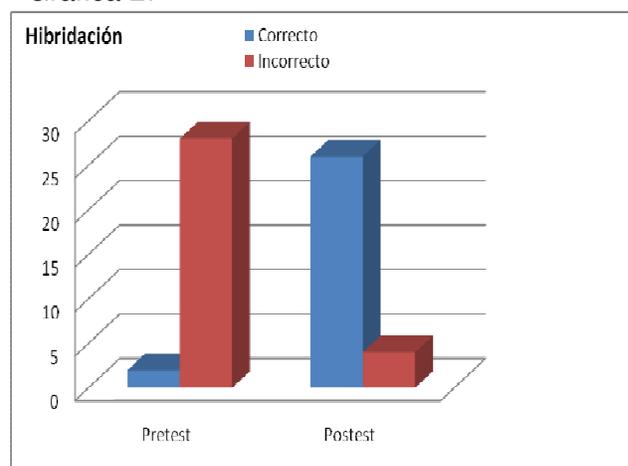
Gráfica 25



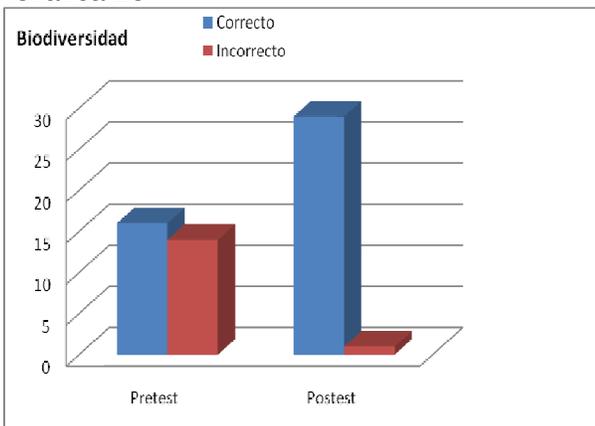
Gráfica 26



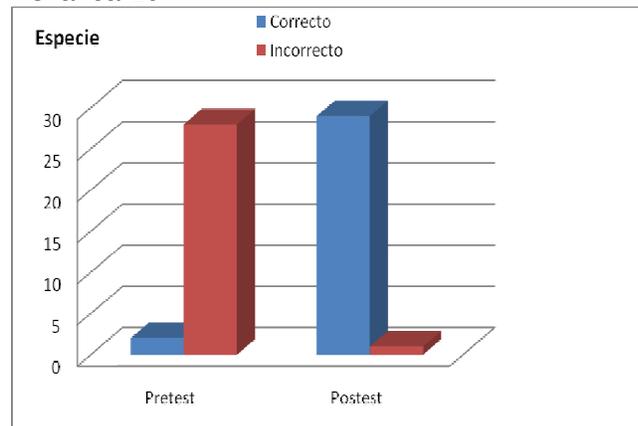
Gráfica 27



Gráfica 28

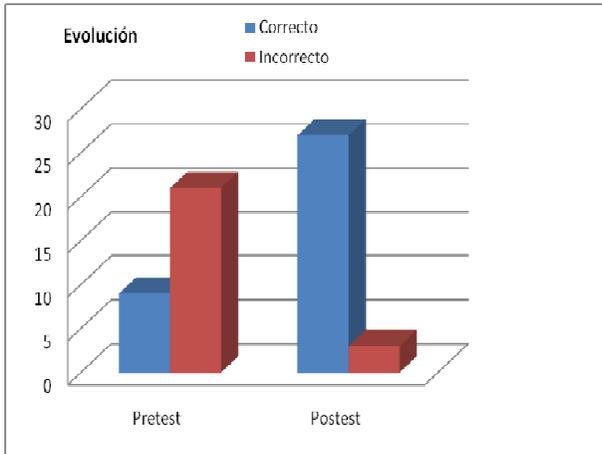


Gráfica 29

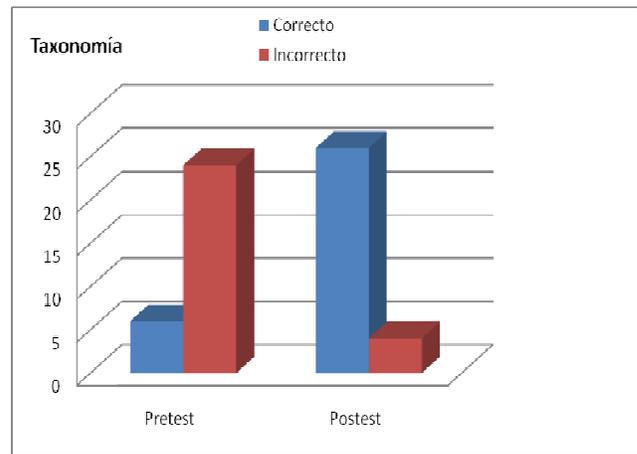


Gráficas que muestran el comportamiento del Grupo Experimental al resolver las preguntas del pretest y el postest.

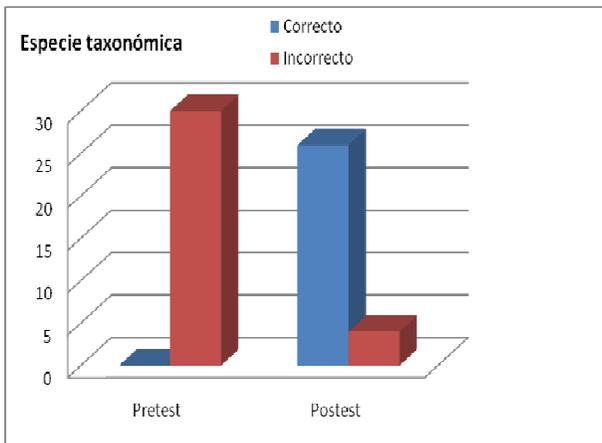
Gráfica 30



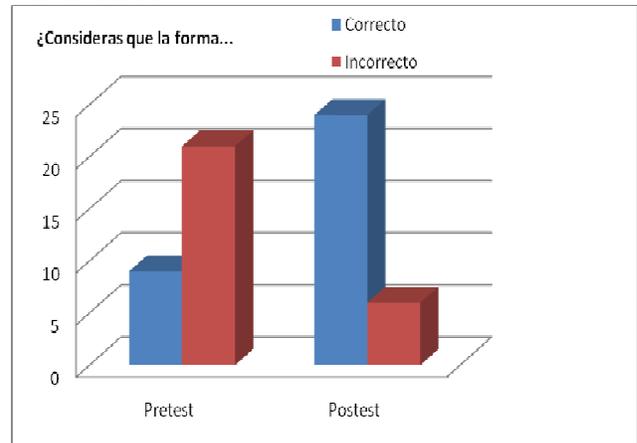
Gráfica 31



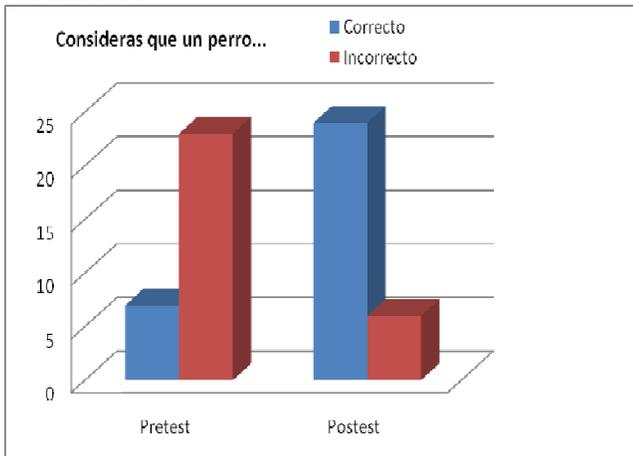
Gráfica 32



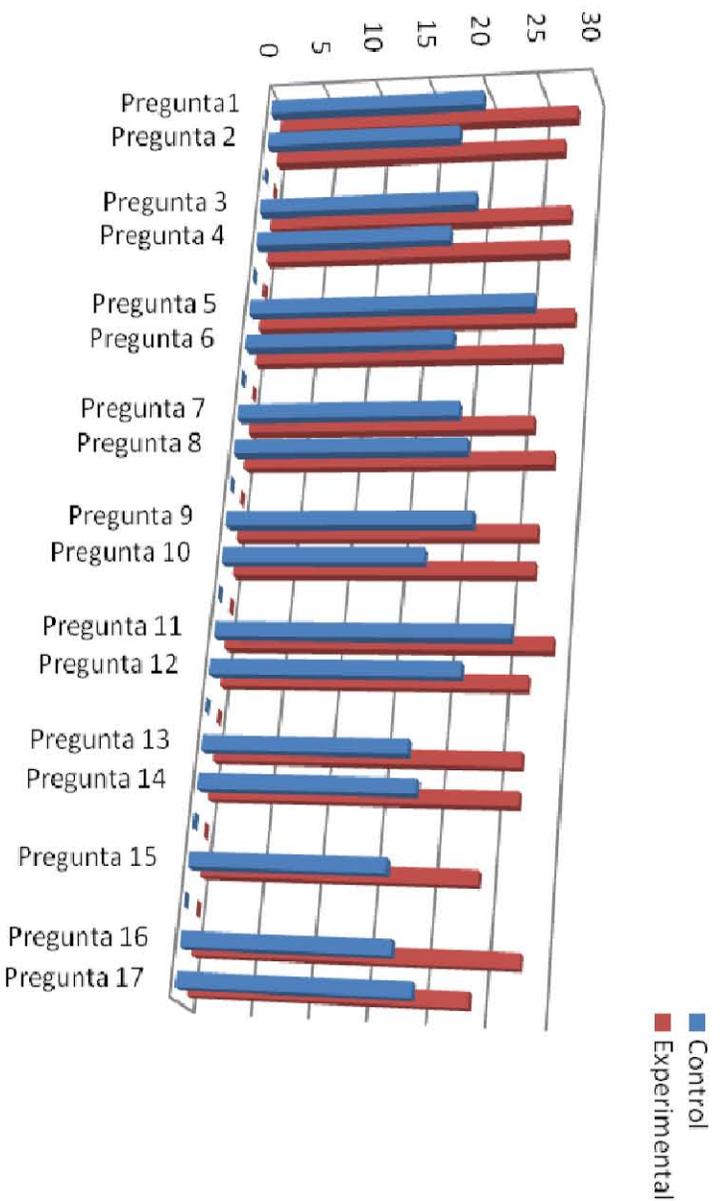
Gráfica 33



Gráfica 34



Comparación de respuestas del postest del grupo control y del grupo experimental



XIII. ANEXO 3. LECTURAS (¿Cómo se forman nuevas especies a partir de un antecesor común?)

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

Gpo. _____ Fecha _____

Lee con atención, realiza un breve resumen y contesta: ¿Qué entiendes por radiación adaptativa y cómo explicarías la presencia de 13 tipos diferentes de pinzones exclusivos de las islas Galápagos, ocupando un nicho ecológico diferente?



LAS CATORCE ESPECIES DE PINZONES DE DARWIN PERTENECEN A LA SUBFAMILIA GEOSPIZINAE. EN ESTA FIGURA SE REPRESENTAN CUATRO DE LAS ESPECIES MÁS CONOCIDAS.

¿CÓMO SE FORMAN NUEVAS ESPECIES ANIMALES A PARTIR DE UN ANTECESOR COMÚN?

Cuando algunos individuos de una especie llegan a un nuevo ambiente, éste induce a la adquisición de características adaptadas a las nuevas condiciones del medio, es decir, actúan sobre ellos las presiones selectivas **divergentes** de la selección natural, siempre que las nuevas poblaciones estén suficientemente aisladas. En algunos casos se forman razas y subespecies que heredan las variaciones o diferencias que los individuos van adquiriendo, las cuales dependen en mucho de las variaciones geográficas; por ejemplo, tres de las especies de pinzones terrestres se encuentran en la mayoría de las islas; son de tamaños grande, mediano y pequeño y se alimentan con semillas de tamaños respectivos. Influyen de tal manera las variaciones del medio, que en dos de las islas falta la especie mayor y la especie mediana tiene un pico más grande que en el resto de las islas, lo que se ha interpretado como una adaptación a las semillas grandes que quedan disponibles al faltar la especie mayor, con lo que queda claro que las diferencias de los picos entre las especies de los pinzones de Darwin son modificaciones adaptativas.

Si dos poblaciones han permanecido aisladas por mucho tiempo, se irán acumulando tantas diferencias hereditarias que frecuentemente sus cromosomas ya no lograrán aparearse.

Al continuar cada una su evolución, debido a la acción de la selección natural las diferencias llegarán a ser tan profundas que se habrán constituido dos especies distintas (aislamiento reproductivo).

Generalmente, las aves se identifican por sus colores y el canto. Las distintas especies de pinzones de Darwin se identifican principalmente por las formas de sus picos.

En general, para que las especies diferenciadas puedan persistir en una misma zona geográfica es necesario que haya aislamiento reproductor y que no compitan por el mismo alimento, ya que de existir esto último la especie mejor adaptada para obtenerlo eliminará a la otra.

Para los evolucionistas modernos queda claro que la especiación alopátrica sólo se realiza cuando existe aislamiento geográfico.

Equipo _____ Integrantes _____

Nota: la especie 14 descubierta después, vive en la isla Cocos, más al norte de las Galápagos, para efectos prácticos sólo se consideran las 13 especies descubiertas por Darwin.

Tomado de Gama, F. M. (1998) Biología, Prentice Hall Hispanoamericana. México

Lee con atención el siguiente resumen y contesta las preguntas.
(Grupo experimental)

De ampliación

1. Entre las especies que más llamaron la atención de Darwin se encuentran los pinzones que viven en las islas Galápagos. Reconoció 13 especies que mostraban un patrón general común, pero diferían en la forma del pico, el tamaño y, sobre todo, en el alimento que ingerían y el hábitat que ocupaban.

- Observa el dibujo de los pinzones y los alimentos respectivos. ¿Puedes decir qué alimento corresponde a cada especie?
- ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos especiales de pinzones, exclusivos de las islas Galápagos, ocupando cada uno un nicho ecológico diferente?



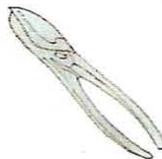
El pinzón del pico grande (*Geospiza magnirostris*):



Tiene un pico grande y fuerte como un auténtico "cascanueces"



El pinzón de cara ancha (*Platyspiza crassirostris*):



Tiene un pico grande y afilado para morder fuerte y cortar... como las tijeras de "cortar metales".



El pinzón gorjeado (*Pinaroloxias inornata*):



Tiene un pico pequeño y puntiagudo para hurgar en las grietas..., como unas pinzas



El pinzón tiznado (*Geospiza fuliginosa*):



Tiene un pico pequeño, pero fuerte, triturador..., como un pequeño "cascanueces"



El pinzón de los cactus (*Geospiza scandens*):



Tiene un pico largo y duro para hurgar..., como unos "alicates finos".



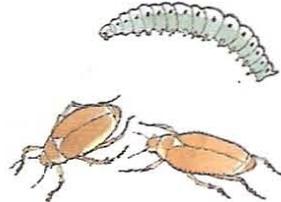
A) Insectos pequeños en grietas.



B) Semillas grandes y duras.



B) Semillas y néctar de cactus.



C) Insectos grandes, como escarabajos y orugas.



D) Semillas pequeñas y duras.

Diferentes especies de pinzones de las islas Galápagos y sus alimentos

Tomado de Velasco, J. (1998) Biología y Geología. Editex. España.

COEVOLUCIÓN

Lee con atención y contesta.

Uno de los primeros trabajos que se realizaron para el concepto de coevolución se inició en la década de los sesentas (Ehrlich y Raven, 1964) donde se investigó sobre **cómo las mariposas han evolucionado conjuntamente con plantas** de diversas familias taxonómicas y donde se extrajo uno de los conceptos de coevolución, el cual dice **“es la evolución conjunta de dos o más taxa que tienen relaciones ecológicas estrechas, sin intercambio de genes, y cuyas presiones selectivas operan recíprocamente, originando con esto que la evolución de cada taxón sea dependiente del otro”**, también es conveniente mencionar otro concepto expresado por Jensen, (1980) el cual dice: **“...puede definirse como un cambio evolutivo en una característica de los individuos de una población en respuesta a una característica de los individuos de una segunda población, seguida de una respuesta evolutiva de la segunda población a un cambio de la primera “**, otra definición es la expresada por Rouhgarden, (1976) **”...la evolución en que la adecuación de cada genotipo depende de las densidades poblacionales y la composición genética de las especies en sí mismas y de las especies con quienes interactúan”**, y una más, la de Futuyma y Slastky, (1983) que dice: **“...el estudio de la coevolución es el análisis de cambios genéticos que pueden suceder en dos o más especies ecológicamente interactuantes y el análisis de de si los cambios esperados se realizan...”**

Como ves, el término y las definiciones no son sencillas, presentan una serie de connotaciones que es importante considerar, cómo no toda interacción biológica es sinónimo de coevolución, y el concepto de coevolución está aparejado con la idea gradualista y adaptativa casi en su totalidad; por lo tanto:

1. ¿Cuál de las cuatro aseveraciones consideras que es la más adecuada y por qué?
2. ¿Podrías dar un ejemplo de coevolución que conozcas o hayas visto?

Glosario: Taxa. Grupo situado en una categoría, tal como Phylum Cordados, Clase mammalia, etc.

Genotipo. Formación genética de un individuo.

Equipo _____ Integrantes _____

ESPECIACIÓN

Lectura:

Es el proceso de formación de nuevas especies y depende de dos factores: (1) el aislamiento y (2) la divergencia genética de dos poblaciones.

Los biólogos evolucionistas han ideado mecanismos hipotéticos del origen de nuevas especies, sobre la base de síntesis de teorías, observaciones y experimentos. Estos mecanismos se agrupan en dos categorías:

-Especiación alopátrica. En la que dos poblaciones están separadas geográficamente una de otra.

-Especiación simpátrica. En la que dos poblaciones comparten la misma región geográfica. En cuanto a esta aseveración, requiere un flujo de genes limitado, y tiene dos mecanismos: a) el aislamiento ecológico y b) las aberraciones cromosómicas (poliploidía).

El aislamiento ecológico restringe poblaciones diferentes a hábitats distintos dentro de una misma región (por ejemplo, diferentes fuentes de alimentación, lugares para anidar, etc.), los diferentes miembros de una misma especie pueden comenzar a especializarse en uno u otro hábitat. En condiciones apropiadas, la selección natural con base a la especialización en hábitats puede provocar la separación de una sola especie original en dos especies como el caso de la mosca de la fruta *Rhagoletis pomonella*, esta mosca es un parásito del espino americano, deposita sus huevecillos en el fruto del espino, cuando las larvas salen se comen el fruto. Hace 150 años se advirtió que esta mosca había comenzado a infestar manzanos, y hoy en día parece ser que *Rhagoletis* se está dividiendo en dos especies, una que se cría en las manzanas y otra que prefiere los espinos. ¿Conseguirán formar una nueva especie?

Las dos especies de moscas se convertirán en dos especies distintas sólo si conservan su separación reproductiva. Es común que los manzanos y los espinos estén muy cerca y la mosca al fin y al cabo puede volar ¿por qué no se cruzan las moscas de los manzanos y los espinos? En primer lugar, las moscas hembras depositan sus huevecillos en el mismo tipo de fruto donde se desarrollaron. Los machos también tienden a posarse en el mismo tipo de fruto donde se criaron, por consiguiente, los machos que prefieren las manzanas se encuentran con hembras que gustan de las manzanas. En segundo lugar, las manzanas maduran de dos a tres semanas después que los frutos del espino y los dos tipos de moscas surgen en el momento apropiado, de acuerdo con el fruto huésped que han elegido. Por tanto las dos variedades de moscas tienen pocas oportunidades de encontrarse.

último contesta: que entiendes por especiación simpátrica y alopátrica.



Especiación simpátrica
Dos poblaciones simpátricas de la especie de mosca de la fruta *Rhagoletis pomonella* podrían estar evolucionando hacia dos especies individuales aisladas reproductivamente.

Equipo _____ Integrantes _____

Lectura:

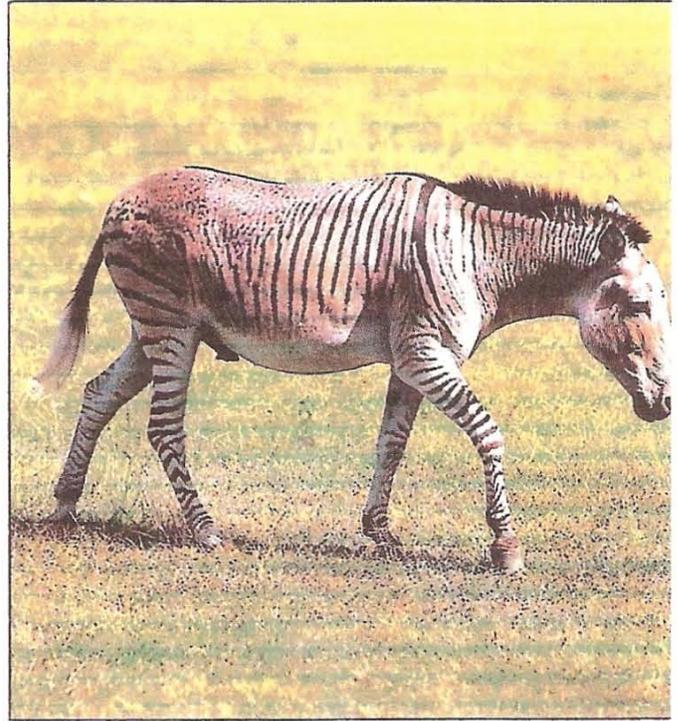
Especiación y macroevolución

Hasta este punto en nuestro estudio de la evolución, hemos examinado la selección natural y el modo en que evolucionan las poblaciones (caps. 17 y 18). Ahora concentraremos la atención en la manera en que surgen y evolucionan las especies y taxones superiores (p. ej., nuevas clases).¹ No se sabe con exactitud cuántas especies existen, pero los biólogos calculan que debe haber unos 13 a 14 millones de ellas. Se ha dado nombre científico a unos 1.75 millones de especies y se les ha descrito. Se trata de alrededor de 250 000 especies de plantas, 42 000 de animales vertebrados, y casi 750 000 insectos. El concepto de especie (del latín, que significa "tipo") como grupo bien delimitado de organismos no es nuevo. Sin embargo, todas las definiciones de especie revisten algunas limitaciones. Linneo, biólogo del siglo XVIII quien es considerado el fundador de la taxonomía moderna, clasificó las plantas en especies distintas con base en diferencias estructurales (cap. 22). Este método, conocido como *concepto morfológico de especie*, aún se emplea como auxiliar para caracterizar las especies, pero la estructura sola no es suficiente para explicar lo que constituye una especie. Por ejemplo, los perros tienen una amplia variedad de tallas y formas, pese a lo cual todos los perros son claramente el mismo tipo de organismo y se clasifican como miembros de la misma especie.

La genética de poblaciones hizo mucho para aclarar el concepto de especie. Conforme al *concepto biológico de especie*, expresado originalmente por Ernst Mayr en 1940, una especie consiste en grupos de poblaciones cuyos miembros son capaces de intercruzarse en la naturaleza para producir descendencia fértil, y no lo hacen con miembros de especies distintas (es decir, están aislados reproductivamente de ellos). En otras palabras, cada especie tiene un acervo génico que está aislado de los acervos de otras especies, y cada especie es impedida por barreras reproductivas de intercruzarse con otras especies.

Uno de los problemas con el concepto biológico de especie es que se aplica sólo a organismos con reproducción sexual. Los organismos que se reproducen de manera asexual no se intercruzan, de modo que en su caso no se puede hablar de aislamiento reproductivo. Estos organismos y los extintos se clasifican con base en características estructurales y bioquímicas. Otro problema potencial con el concepto biológico de especie es el hecho de que algunos organismos asignados a especies diferentes pueden intercruzarse en cautiverio, en ambientes artificiales como parques zoológicos sin rejas o tradicionales, circos, inver-

¹ Las categorías taxonómicas (taxones) expresan el nivel de las especies, son constructos artificiales que emplea el ser humano para indicar el grado de afinidad entre los organismos. Así, las especies con relación estrecha se agrupan en el mismo género, géneros similares en la misma familia, familias iguales en el mismo orden, órdenes similares en la misma clase, y clases parecidas en el mismo filo.



(Gary Fletherford/Photo Researchers, Inc.)

naderos, acuarios o laboratorios. En la figura se ilustra un "ceburro", híbrido estéril de cebra y burro, que conserva características de ambas especies progenitoras. Aunque tales apareamientos son posibles en condiciones artificiales (como el parque zoológico sin rejas de Texas donde ocurrió este cruzamiento), cebras y burros no se intercruzan en la naturaleza.

En este capítulo se consideran las barreras reproductivas que aíslan especies entre sí, los posibles mecanismos evolutivos que explican el modo en que millones de especies que viven en la actualidad o vivieron en el pasado se originaron a partir de especies ancestrales, y los ritmos del cambio evolutivo. Después se examina la macroevolución, la cual consiste en cambios fenotípicos a gran escala (como la aparición de las alas con plumas durante el surgimiento de las aves a partir de los reptiles) que permiten la evolución de grupos taxonómicos a nivel más alto que el de especie (géneros, familias, órdenes, clases e incluso filo).

“EL PROBLEMA DE LA ESPECIE”

Lee con atención el resumen y contesta en la parte posterior.

Definir lo que es una especie es un problema controvertido, que quizá nació con el significado original de la palabra. La historia registra que *eidos* (especie) fue utilizada por Platón, para referirse a cosas o ideas, Aristóteles retoma el concepto en el contexto biológico y construye un “sistema de clasificación natural” según él, cada especie tiene una esencia, o naturaleza intrínseca. Los pensamientos de Aristóteles dominaron el mundo antiguo por casi dos milenios; durante la edad media se utilizó la palabra especie entres sentidos: 1) los cuerpos que portaban las almas de los seres vivos. 2) el pan y el vino (especies) 3) la las especies del “hombre lobo”, de quién se tenía certeza de su existencia, así, una especie era la del hombre en el día, y la otra del lobo en la noche. Durante el siglo XVIII fue tomando forma el concepto de especie dentro del contexto biológico, aunque por ejemplo, Linneo consideraba a las especies como unidades fijas, lo contrario que pensaba Darwin, ya en el siglo XIX, él consideraba a las especies como algo cambiante, que evoluciona, lo que trajo el problema de delimitarlas y definir las. De la reseña anterior, se desprenden dos ideas opuestas sobre la especie, una fijista y otra evolutiva, y en la actualidad el concepto de especie se aplica según el grupo de trabajo en el que se investiga, algunos ejemplos de los conceptos son: “especie tipológica” (la esencia de Aristóteles), especie adimensional, especie multidimensional, y algunos más como especie evolutiva, ecológica, filogenética, cladista, sucesional, biológico y taxonómico, de estos dos últimos nos ocuparemos, ya que se acercan más a un concepto generalmente aceptado y utilizado. El concepto de especie biológico, de acuerdo con Mayr (1963), se basa en que “las especies son grupos de poblaciones naturales de entrecruza, que se reproducen aisladamente de otros grupos” y el taxonómico (Grant, 1989) que dice “es la unidad básica de la clasificación taxonómica, sobre la que descansa la clasificación biológica, una unidad fenética” este concepto se basa en distinguir unidades bajo criterio morfológico y se considera un aspecto práctico y artificial.

1. ¿Con tantos conceptos de especie consideras que los dos últimos son suficientes?
2. ¿Qué entiendes por el concepto de especie? y cita un ejemplo
3. ¿Consideras que las poblaciones evolucionan o sólo los individuos?

Glosario: Fenética. Método de clasificación basado en semejanzas.

Morfología. Estudio de la forma externa de los organismos.

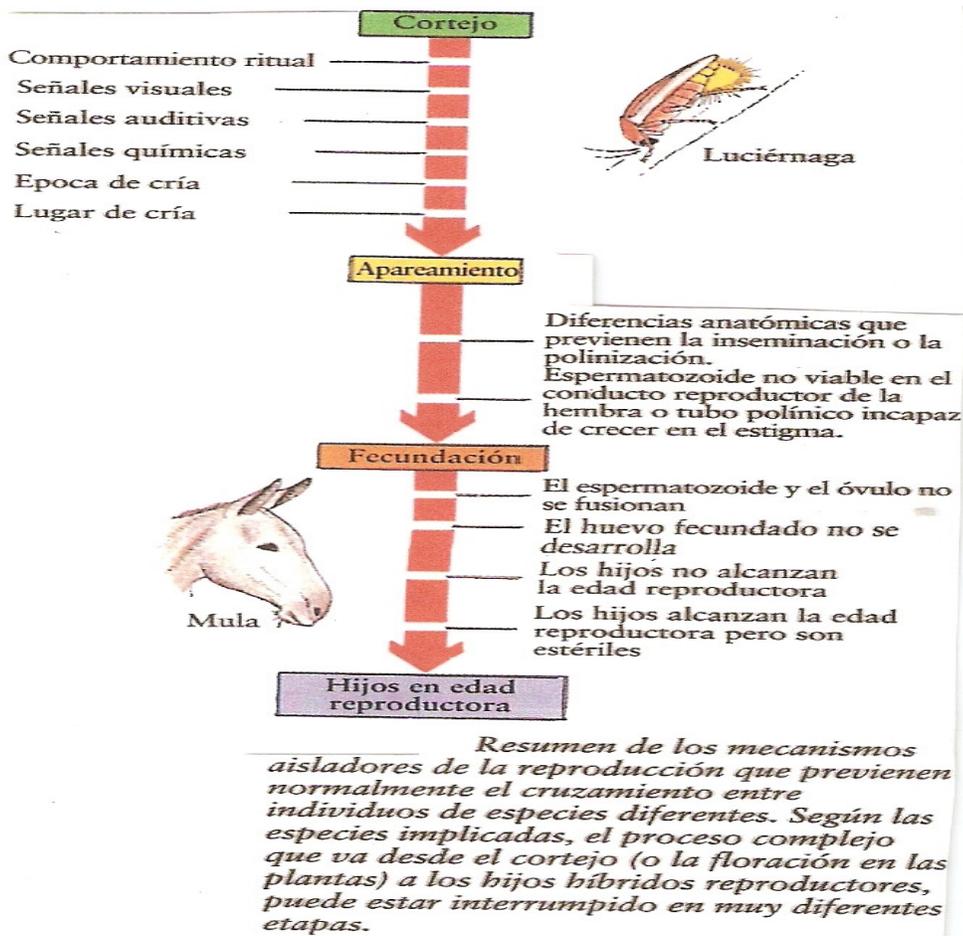
Equipo _____ Integrantes _____

MECANISMOS PRECIGÓTICOS Y POSCIGÓTICOS

(Grupo experimental)

Lectura:

Uno de los objetivos que persiguen todas las teorías evolutivas es describir y comprender las causas que han conducido a la formación de nuevas especies. La definición que comúnmente se conoce para el concepto de especie es: “una especie es un conjunto de individuos capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil”. Para que aparezca una nueva especie en los animales deben existir ciertos mecanismos de aislamiento de un grupo de individuos, de modo que se produzcan diferencias apreciables entre ellos hasta que la reproducción resulte imposible. En este momento se habrá obtenido una especie nueva. Con base a lo anterior y conociendo los mecanismos de aislamiento, completa el cuadro comparativo utilizando algunos de los conceptos que aparecen en la siguiente figura.



Equipo _____ Integrantes _____

XIV. ANEXO 4 MODELOS

(Grupo experimental)

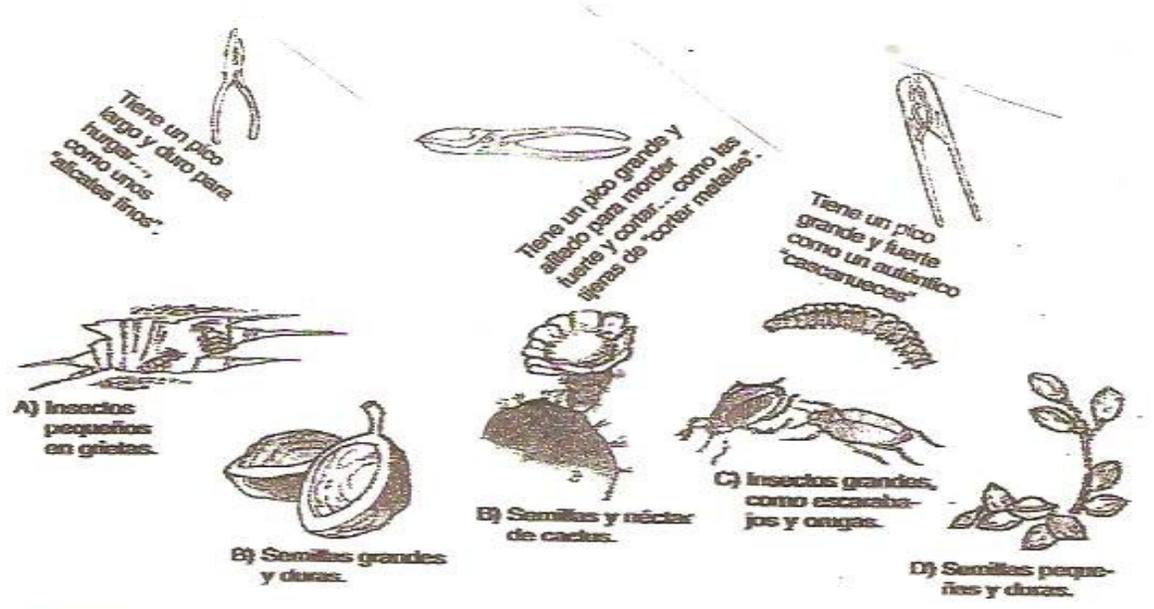
Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

Gpo. _____ Fecha _____

Equipo _____ Integrantes _____

1. Entre las especies que más llamaron la atención de Darwin se encuentran los pinzones que viven en las islas Galápagos. Reconoció 13 especies que mostraban un patrón general común, pero diferían en la forma del pico, el tamaño y, sobre todo, en el alimento que ingerían y el hábitat que ocupaban.

- Observa el dibujo de los pinzones y los alimentos respectivos. ¿Puedes decir qué alimento corresponde a cada especie?
- ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos especiales de pinzones, exclusivos de las islas Galápagos, ocupando cada uno un nicho ecológico diferente?



Diferentes especies de pinzones de las islas Galápagos y sus alimentos



Cuadro comparativo de Especiación alopátrica y simpátrica.

1. En el cuadro que tienes a continuación coloca las características vistas en clase sobre ambos conceptos, si tienes duda pregunta a tu profesor.

Especiación alopátrica	Especiación simpátrica

2. ¿Qué entendiste por especiación? _____

Equipo _____ Integrantes _____

1. Con base en lo visto en clase coloca en el cuadro las características de cada uno.

Mecanismos precigóticos	Mecanismos poscigóticos

2. ¿Consideras que pueden existir otros y por qué?

Equipo _____ Integrantes _____

Cuadro CQA

(Grupo experimental)

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

Gpo. _____ Fecha _____

Nombre del alumno _____

<i>Lo que se conoce</i> (C)	<i>Lo que se quiere conocer o aprender</i> (Q)	<i>Lo que se ha aprendido</i> (A)
<i>(Anotar en forma de listado lo que sabe en relación con la temática)</i>	<i>(Tomar nota sobre lo que se quiere aprender)</i>	<i>(Anotar lo que se ha aprendido o lo que falta por aprender)</i>

Tomado de Díaz-Barriga, F. (2005) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. MacGraw-Hill. México.

ORGANIZADOR PREVIO

(Grupo experimental)

- **Especie:** grupos de poblaciones cuyos miembros son capaces de entrecruzarse para producir descendencia fértil y no se cruzan con miembros de otra especie.
- **Especiación:** Proceso de formación de especies en el que una sola especie se divide en dos o más.
- **Especiación simpátrica:** Especiación que se da en poblaciones que no están divididas físicamente; por lo regular se debe a aislamiento ecológico o a aberraciones cromosómicas (poliploidía)
- **Especiación alopátrica:** Especiación que ocurre cuando dos poblaciones están separadas por una barrera física que impide el flujo de genes entre ellas (aislamiento geográfico).

(Grupo experimental)

Actividad experimental: "Elaboración de modelos de fosilización"

Objetivo: Conocer la importancia de los fósiles en el proceso evolutivo

Materiales. Parrilla eléctrica

Material aportado por el alumno

Palangana

Conchas de almeja y caracoles e

Espátula

insectos pequeños

Brea

Hojas de planta secas

Vaso de precipitados de 250 ml.

Lata vacía de atún

Papel aluminio, yeso y plastilina

Procedimiento:

1. Ablanda la plastilina, unta con aceite las conchas de los caracoles y hojas para realizar los moldes de cada uno.
2. En la palangana mezcla un poco de yeso y agua y viértela en los moldes de plastilina y deja secar, el desperdicio de yeso deposítalo en el cesto de basura, no en las tarjas.
3. Elabora una cajita con papel aluminio de 4 x 4 cm.
4. Toma un poco de brea y caliéntala en la lata vacía de atún utilizando la parrilla eléctrica.
5. Vacía la brea fundida en la cajita de aluminio y coloca tus insectos y déjala enfriar.

Contesta e investiga ¿Qué es la fosilización?, ¿Cuáles son las características para que un organismo se fosilice? Y ¿Qué procesos de fosilización hay?

Equipo _____ Integrantes _____

Guía de observación (visita al zoológico, Grupo experimental)

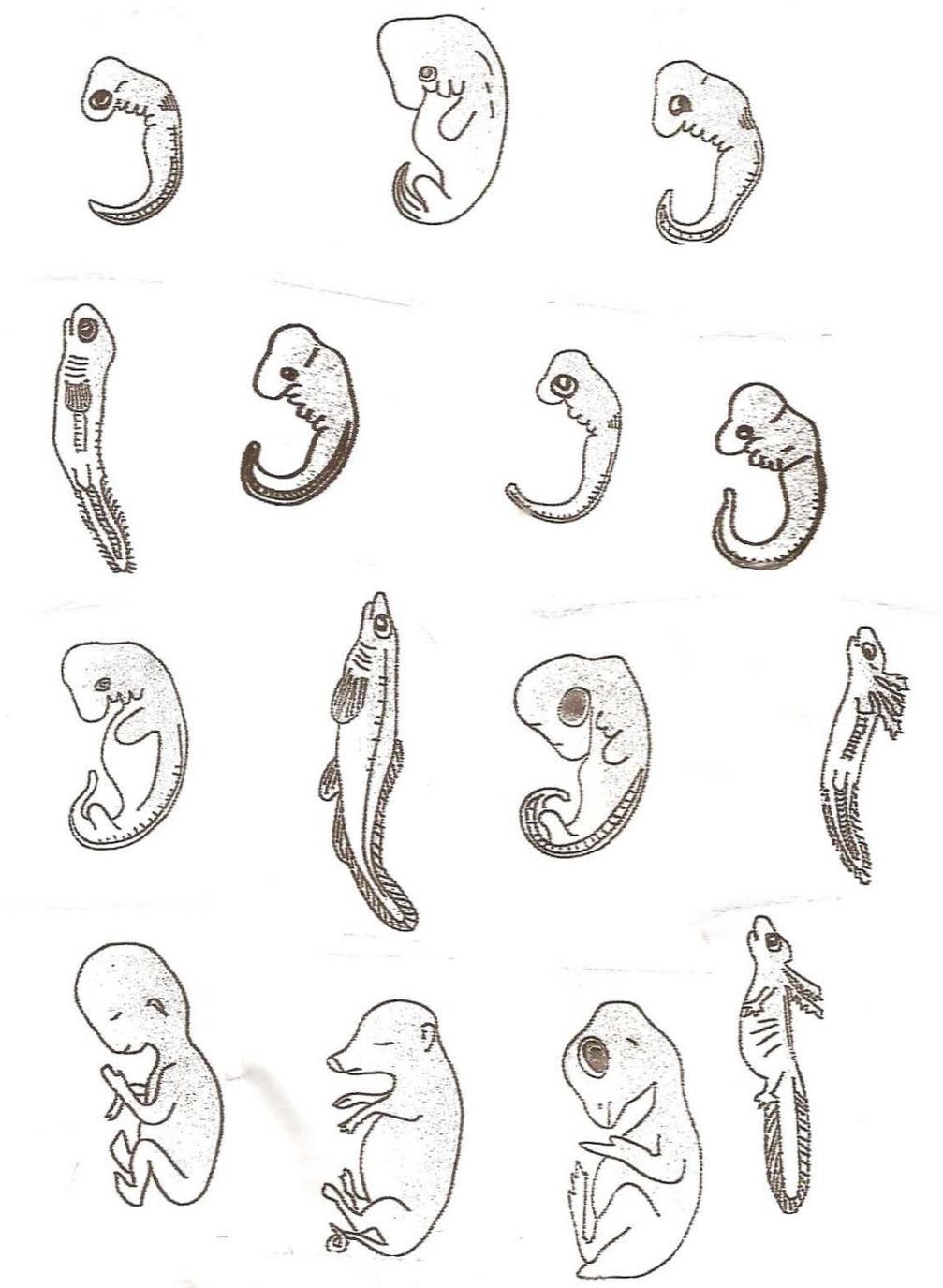
Ordena los organismos vistos en el zoológico.

Organismos	Aves	Reptiles	Mamíferos
Nombre común			

1. ¿Por qué puedes distinguir una especie de otra?
2. ¿Todos los organismos que observaste son del mismo grupo? Si ___ No ___
3. ¿Qué grupos lograste reconocer
4. Propón un diseño sencillo para alumnos de educación básica que visiten un zoológico

Equipo _____ Integrantes _____

Recorta y pega en la hoja 2 en forma secuencial los embriones.
(Grupo experimental)



Hoja 2 Acomoda de forma secuencial los embriones de la hoja 1 y ¿Consideras un ancestro común? Si _____ No _____ ¿Por qué?

Pez	Salamandra	Pollo	Cerdo	Hombre

Equipo _____ Integrantes _____

Actividad de colorear e identificar el número de especies

(Grupo experimental)

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

Gpo. _____ Fecha _____

Actividades: **Concepto biológico de especie**

1. ¿Qué entiendes por el concepto de especie?

Cita un ejemplo que conozcas.

2. Observa con cuidado e identifica en número de Especies presentes en el esquema y coloréalas.

Número _____

3. ¿A qué reinos pertenecen? _____

_____ Y _____

4. ¿Qué reinos faltan por representar?

_____ y _____

5. ¿Cuáles ecosistemas identificas en el esquema?

Y _____.

6. Comentarios sobre la actividad realizada _____

Equipo _____

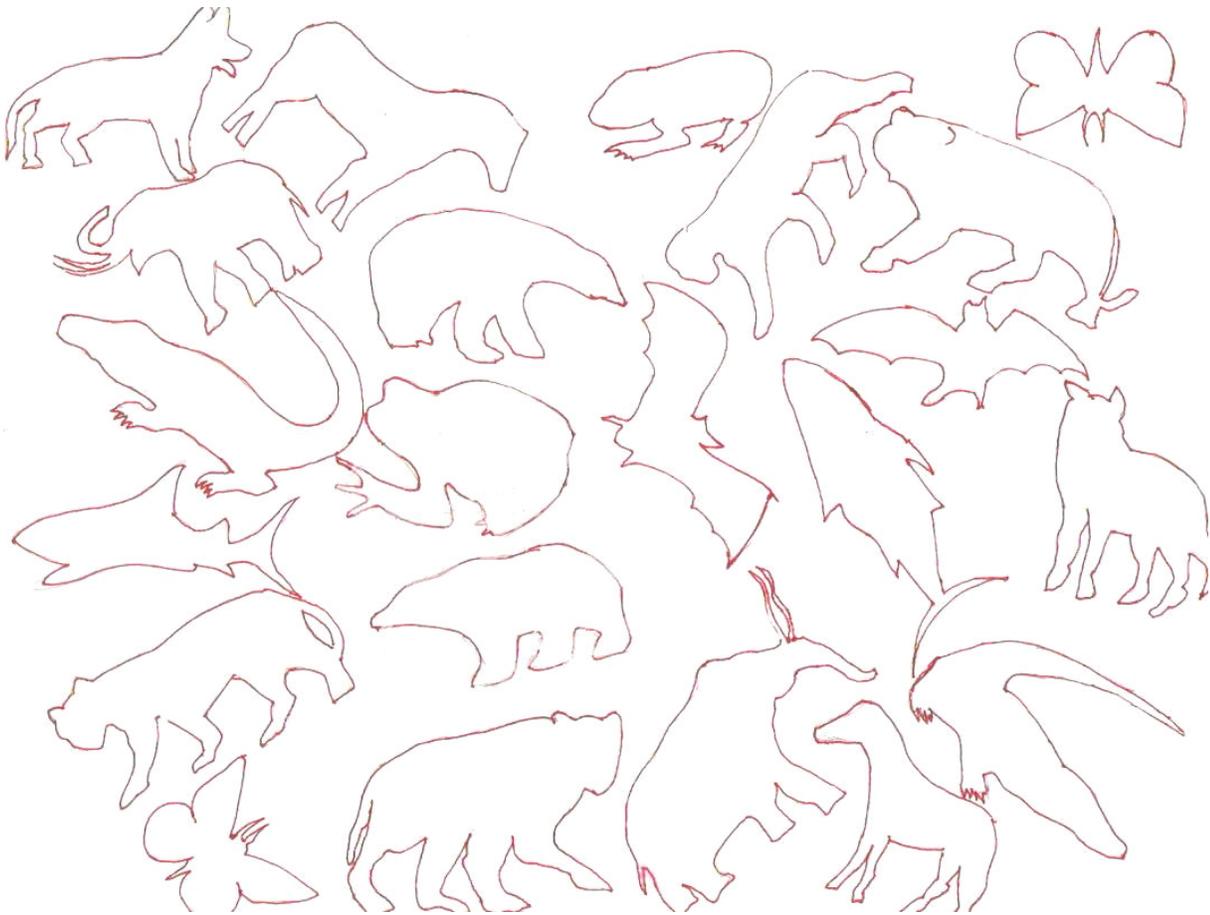
Integrantes _____

Esquema tomado de Windows on the Wild (2000) Programa de educación Ambiental de la Word Wildlife Foundation (WWF).



Siluetas y formas

Relaciona los organismos que creas que son de la misma especie
(Grupo experimental)



Equipo _____ Integrantes _____

¿Cómo se usa una clave taxonómica?

Objetivos

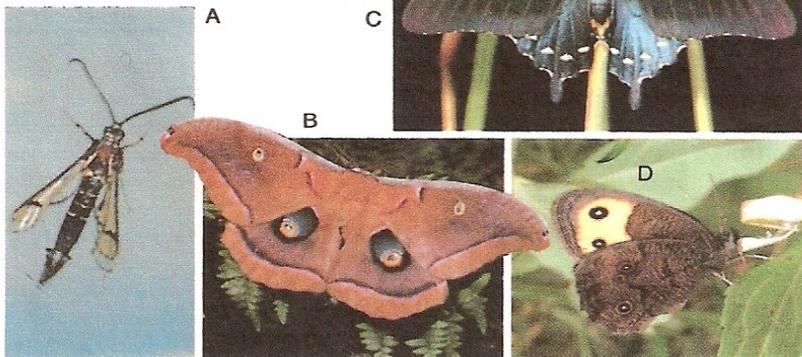
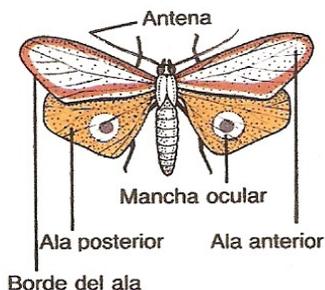
- Identificarás los nombres de varios insectos por medio de una clave taxonómica.
- Diseñarás tu propia clave taxonómica sencilla

Materiales (para 1)

La clave taxonómica de esta página.

Procedimiento

- Estudia el dibujo que está debajo de las partes estructurales de insectos del orden Lepidóptera. Asegúrate de que puedes identificar las cinco partes.
- Observa las fotografías de los insectos. Examina los detalles estructurales de sus cuerpos.



Usa la clave taxonómica de abajo para identificar cada uno de los insectos.

- Antena larga y delgada, siempre con bultos en las puntas (mariposas)
Pasa al número 2
 - Antena como una pluma o hilos, sin bultos en las puntas. (alevillas)
Pasa al número 3
- Ala anterior con borde liso; ala posterior festoneada sin extensión como rabo
Pasa al número 4
 - Ala anterior con borde liso; ala posterior festoneada con extensión como rabo
Paso al número 5
- Antena como plumas
Pasa al número 6
 - Antena como hilos
Pasa al número 7
- Alas anaranjadas y negras Mariposa Monarca
 - Alas marrón; manchas oculares en ala anterior

- Ala anterior negra con bordes verdes; ala posterior verde con puntos blancos Mariposa Cola de Golondrina de Pipevine
 - Alas anterior y posterior amarillas y negras . . . Mariposa Cola de Golondrina de Palamedes
- Alas anchas, marrón claro con manchas oculares. Alevilla Polifemo
 - Alas anchas, sin manchas oculares . . . Geómetra de Ala con Ranura
 - Cuerpo pesado, ala ancha Pasa al 8
 - Cuerpo pesado, ala estrecha. Alevilla Barrenadora de Árboles de Melocotón
 - Ala anterior y posterior de colores similares Alevilla Gitana
 - Ala anterior y posterior de diferente color . . . Alevilla de Ala Baja

Preguntas y conclusiones

- ¿Cuáles son los nombres de los insectos A, B, C y D?
- Describe cómo se usa una clave taxonómica.
- ¿Qué partes estructurales de los insectos usaste para identificarlos?
- Escoge tres o cuatro cosas vivientes que estén estrechamente relacionadas. Diseña una clave taxonómica que permita a otras personas identificarlas.

Mapa conceptual sobre evolución biológica

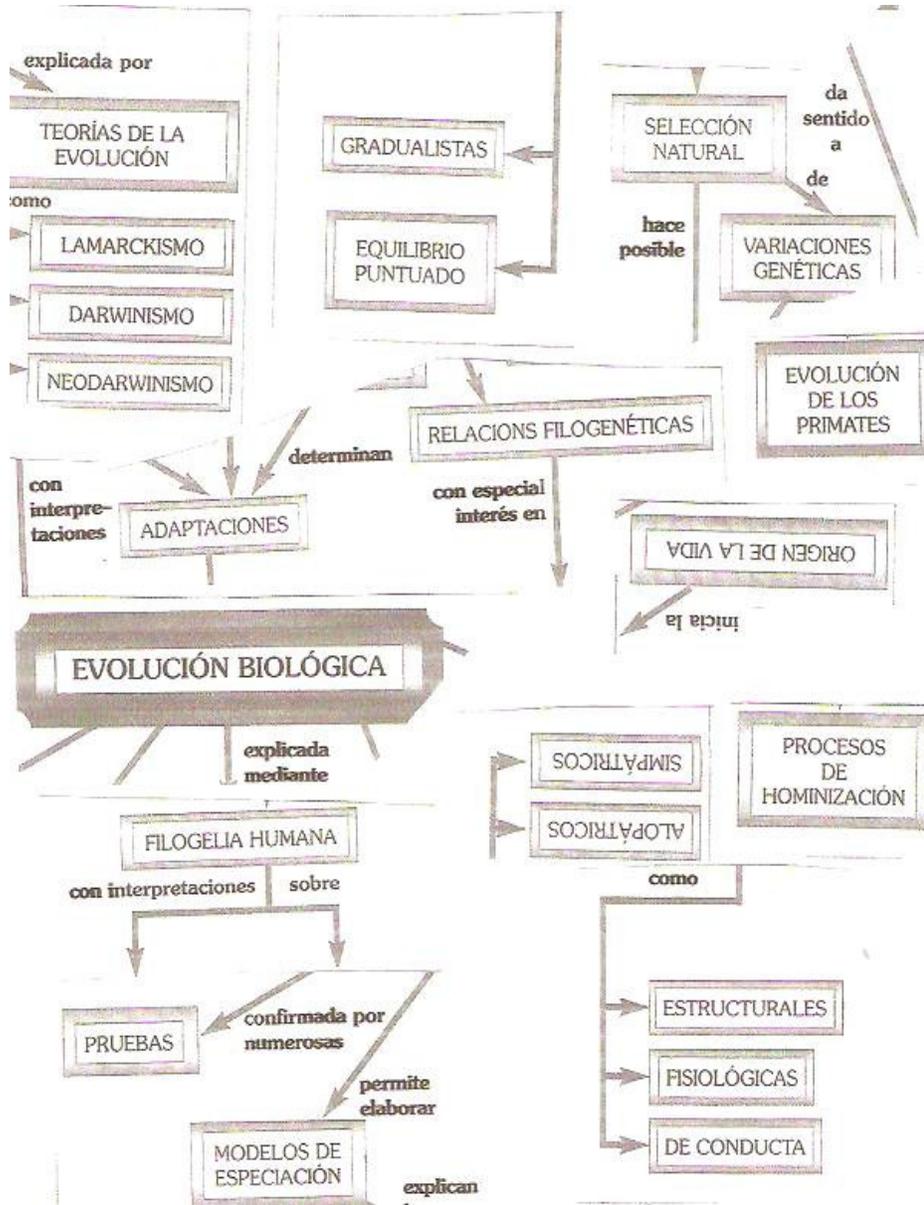
(Grupo experimental)



Mapa conceptual de evolución biológica

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

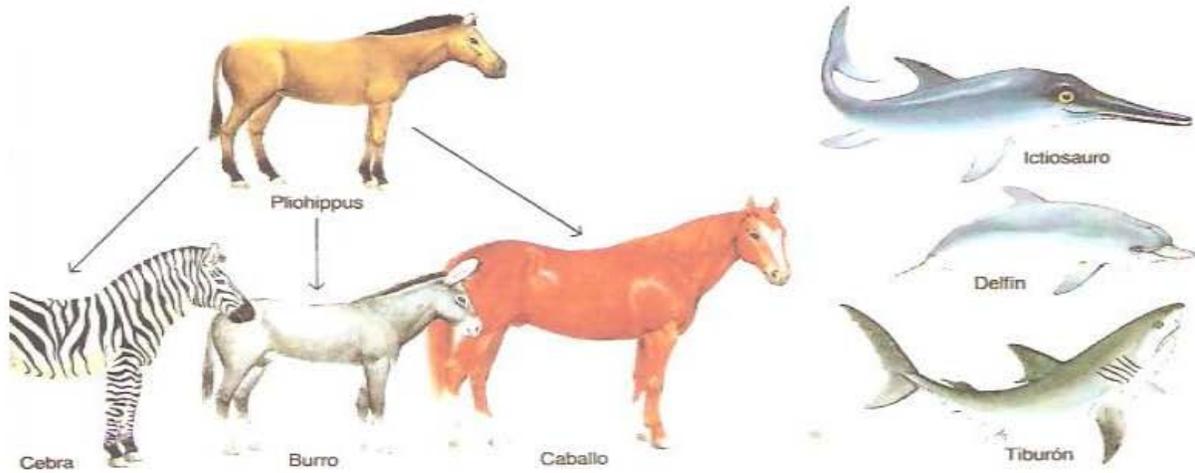
Gpo. _____ Fecha _____



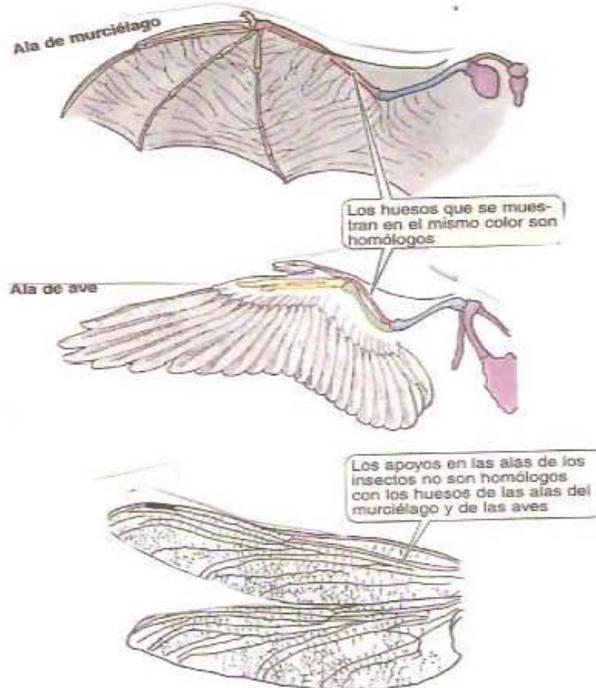
Equipo _____ Integrantes _____

XV. ANEXO 5 IMÁGENES

Evolución divergente, convergente, estructuras homólogas y órgano análogo (ala insecto)

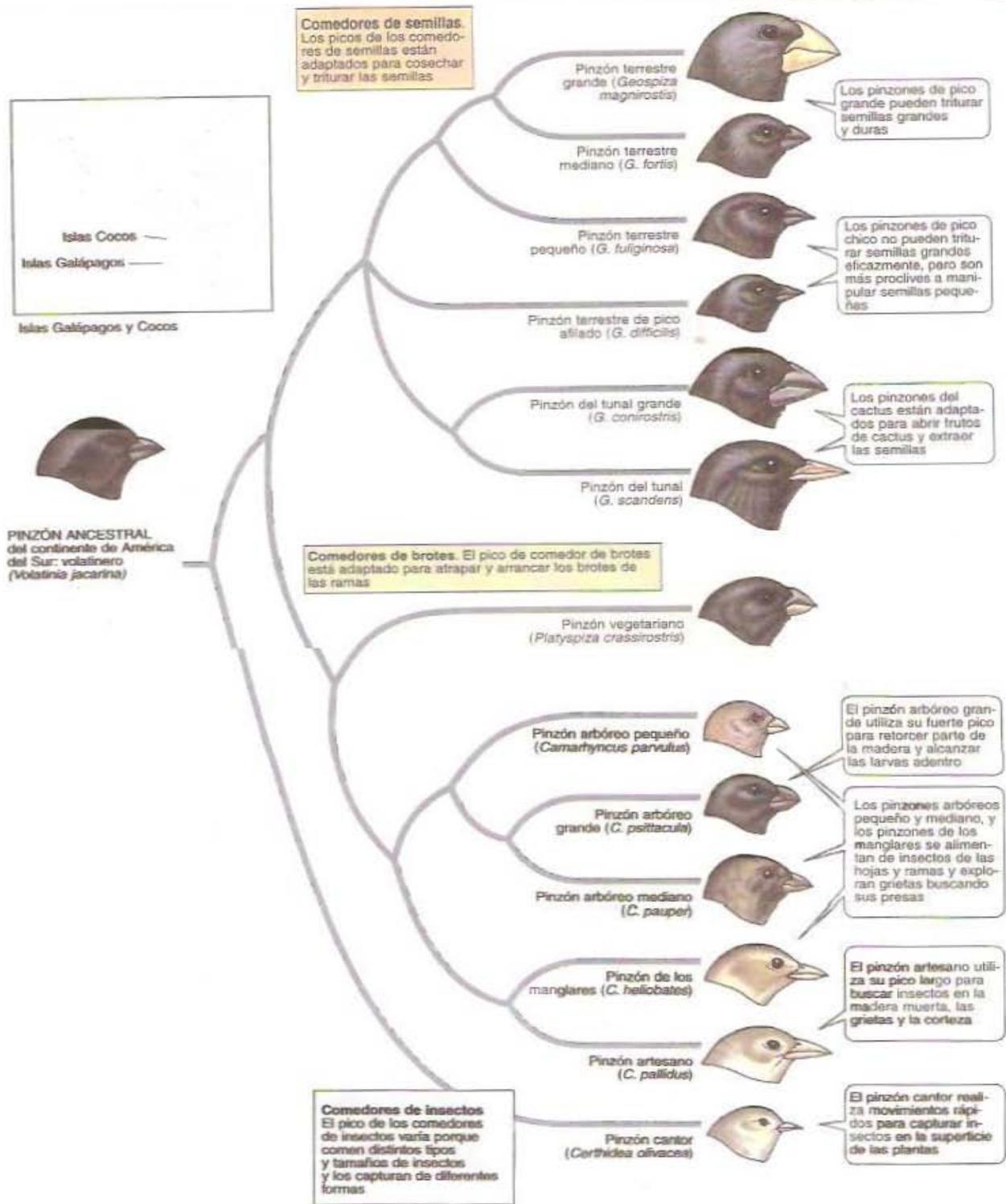


Se cree que las cebras, los burros y los caballos son el resultado de divergencia de un antecesor común, Pliohippus. El tiburón, el delfín y el ictiosauro ilustran convergencia.



Los huesos de las alas de los murciélagos y las aves son homólogos, pero las alas en sí mismas no lo son. Las estructuras de soporte de las alas de los murciélagos y las aves derivan de un tetrápodo (con cuatro miembros) ancestral común, y por lo tanto son homólogas. Las alas, sin embargo, evolucionaron de manera independiente en los dos grupos.

Radiación adaptativa de pinzones de las islas galápagos



La evolución entre los pinzones de las Galápagos. Los descendientes del volatinero que colonizó el archipiélago de las Galápagos hace varios millones de años evolucionaron en 14 especies cuyos miembros están adaptados de diversas maneras para alimentarse de semillas, brotes e insectos. (La especie número catorce, que no se ilustra aquí, vive en la isla Cocos, más al norte en el Océano Pacífico.)

Tomado de Purves, W. (2002) Vida, la ciencia de la Biología. Ed. Panamericana. México

Diversos pinzones de Darwin



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Seis de las 13 especies diferentes de pinzones de Darwin. Salvo el primer caso (a), el pinzón mosquitero (*Certhidea olivacea*), que recuerda más a un mosquitero que a un pinzón, las especies se parecen mucho. Los pájaros son todos de pequeña talla y de plumaje pardo o negruzco, con la cola muy recortada. Las diferencias más notables hay que buscarlas en los picos, que varían de pequeños y finos a grandes y gruesos.

(b) El pinzón pequeño de tierra (*Geospiza fuliginosa*) y (c) el pinzón grande de tierra (*Geospiza magnirostris*) son

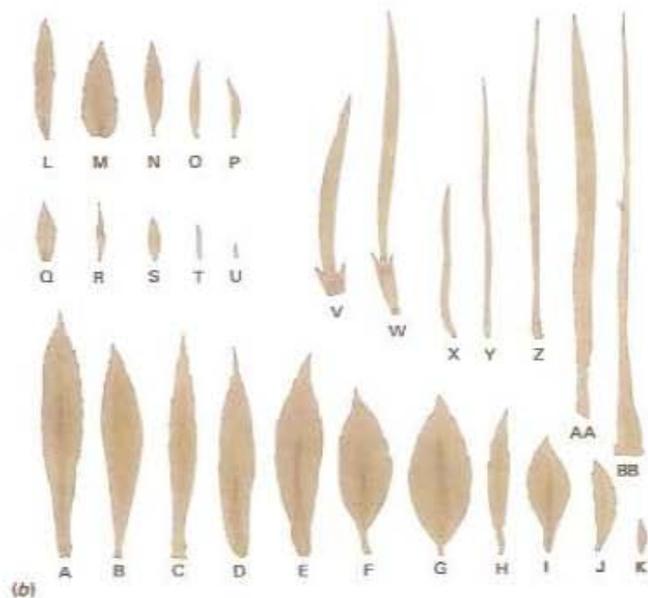
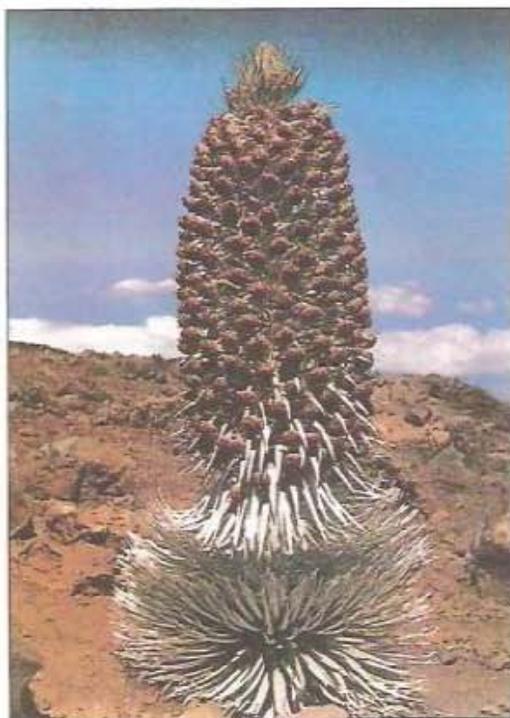
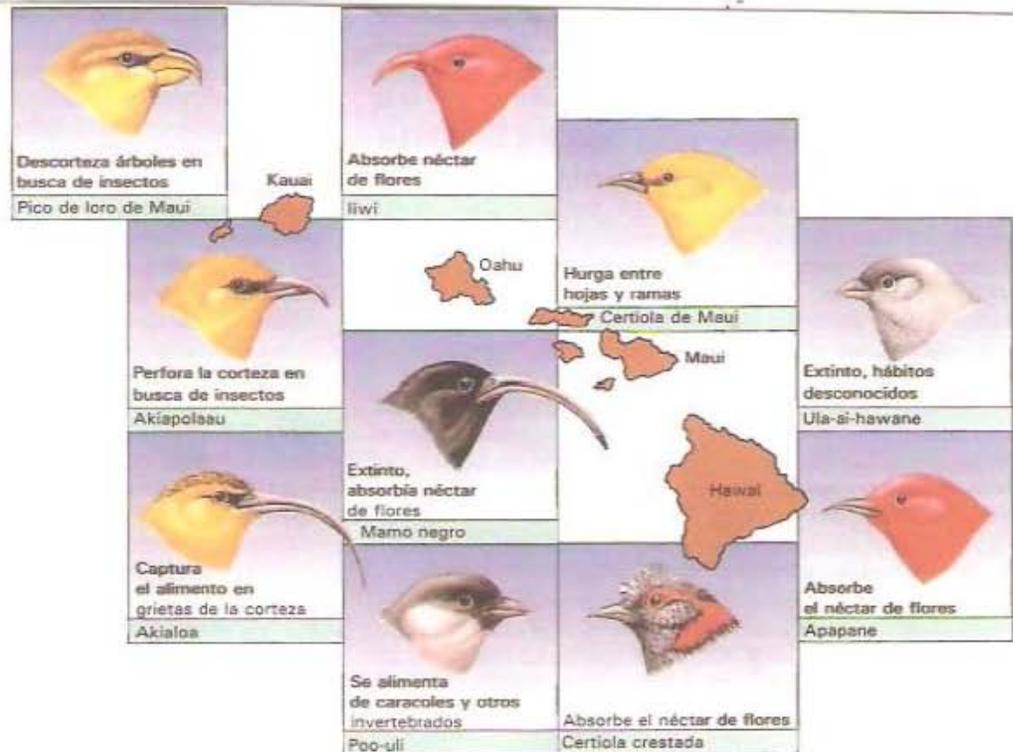
granívoros. *G. magnirostris*, con un pico mucho más grande que *G. fuliginosa*, es capaz de cascar semillas mucho más grandes.

(d) El pinzón de los cactus (*Geospiza scandens*) se alimenta de flores y frutos de cactus. Observad que su pico es más puntiagudo que las otras dos especies de pinzones de tierra.

(e) El pinzón pequeño arborícola (*Camarhynchus parvulus*), y (f) el pinzón grande arborícola (*Camarhynchus psittacula*), ambos insectívoros que comen presas de tamaños diferentes.

Radiación adaptativa de certiolas de las islas hawaianas

Radiación adaptativa en las certiolas hawaianas. Compárense las diversas formas de picos y los distintos métodos para obtener alimento. Muchas especies de certiolas hawaianas están ahora extintas como resultado de actividades humanas, incluyendo la destrucción de hábitat y la introducción de depredadores como ratas, perros y cerdos.



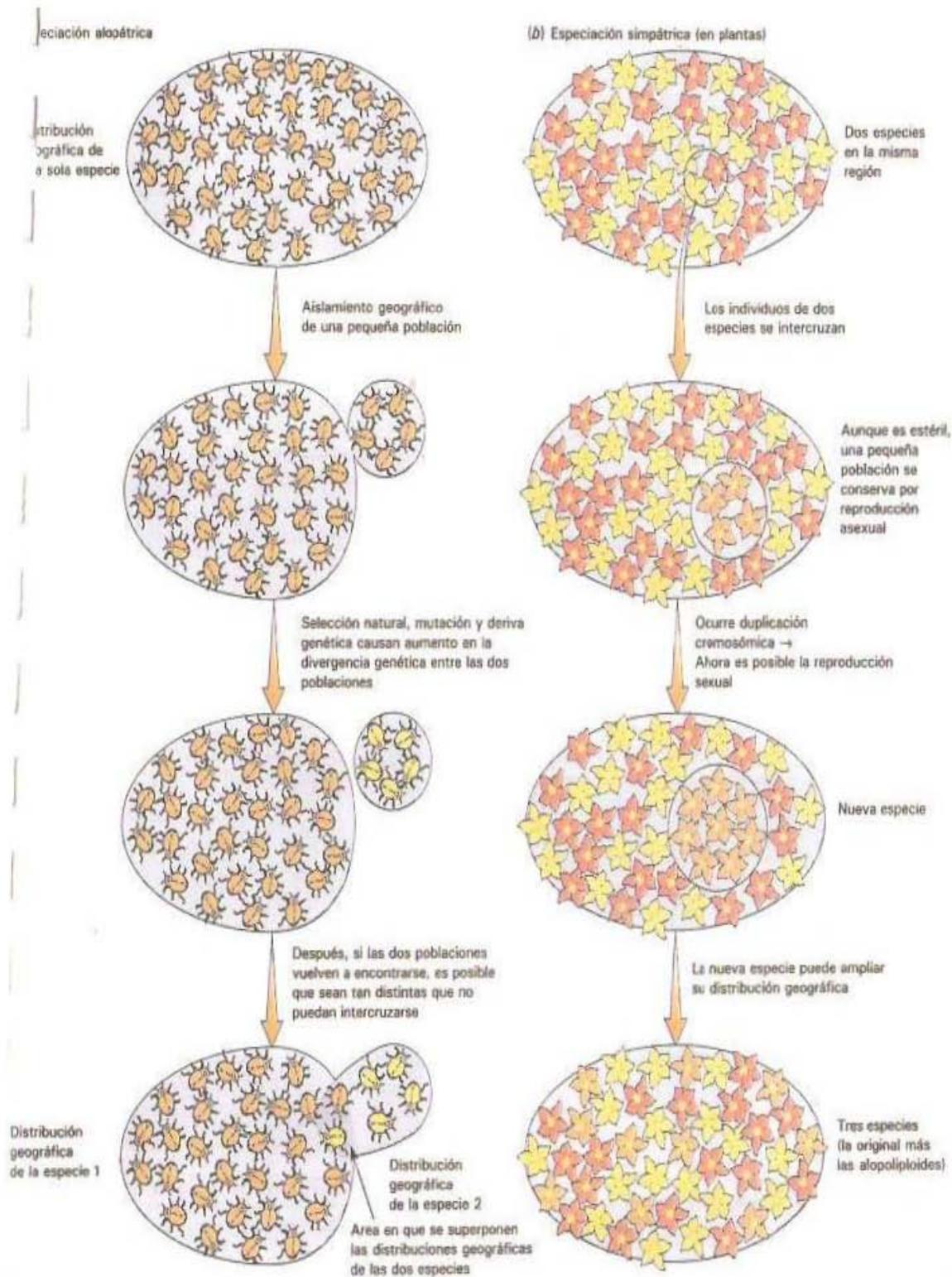
Radiación adaptativa en las espadas de plata hawaianas. El ancestro de las espadas de plata fue una planta californiana similar a la margarita. (a) Una especie de espada de plata (*Argyroxiphium sandwicense*) que sólo se encuentra en el Haleakali National Park en la isla de Maui. (b) Formas foliares de las 28 especies de espadas de plata hawaianas, todas a escala $\times 0.25$. No se representan los colores de las hojas, que

Especiación alopátrica y simpátrica



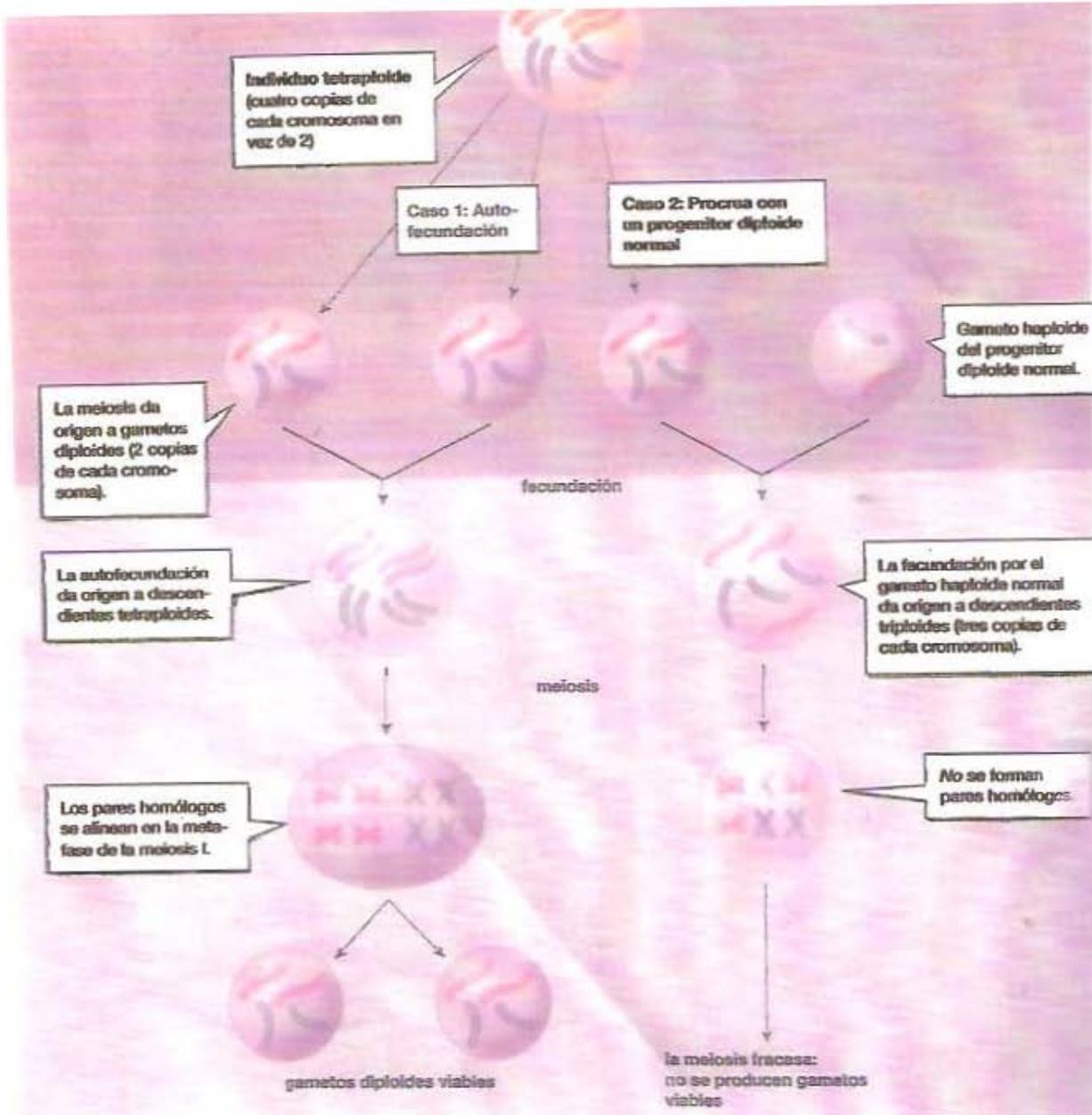
Tomado de Audesirk, T. Audesirk, G. y Byers, B. (2008) Biología. Pearson. México

Especiación alopátrica y simpátrica en insectos y plantas



Tomado de Solomon, E. Berg, L. y Martin, D. (1999) Biología. McGraw-Hill Interamericana. México.

Poliploidía en plantas



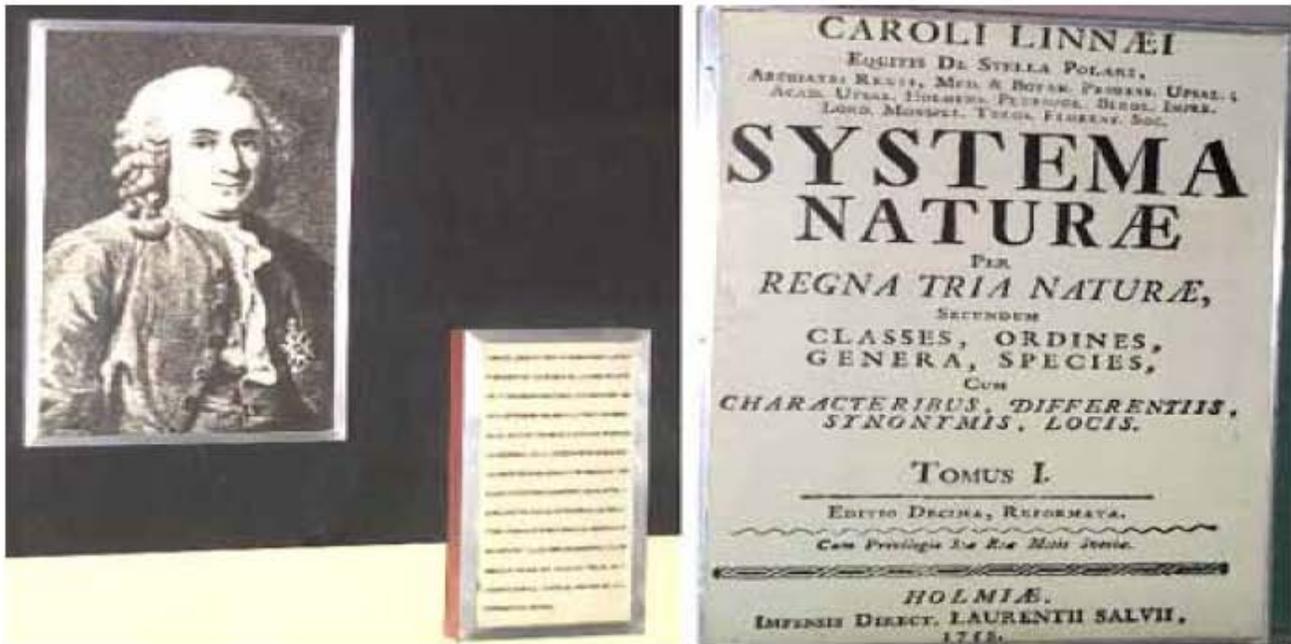
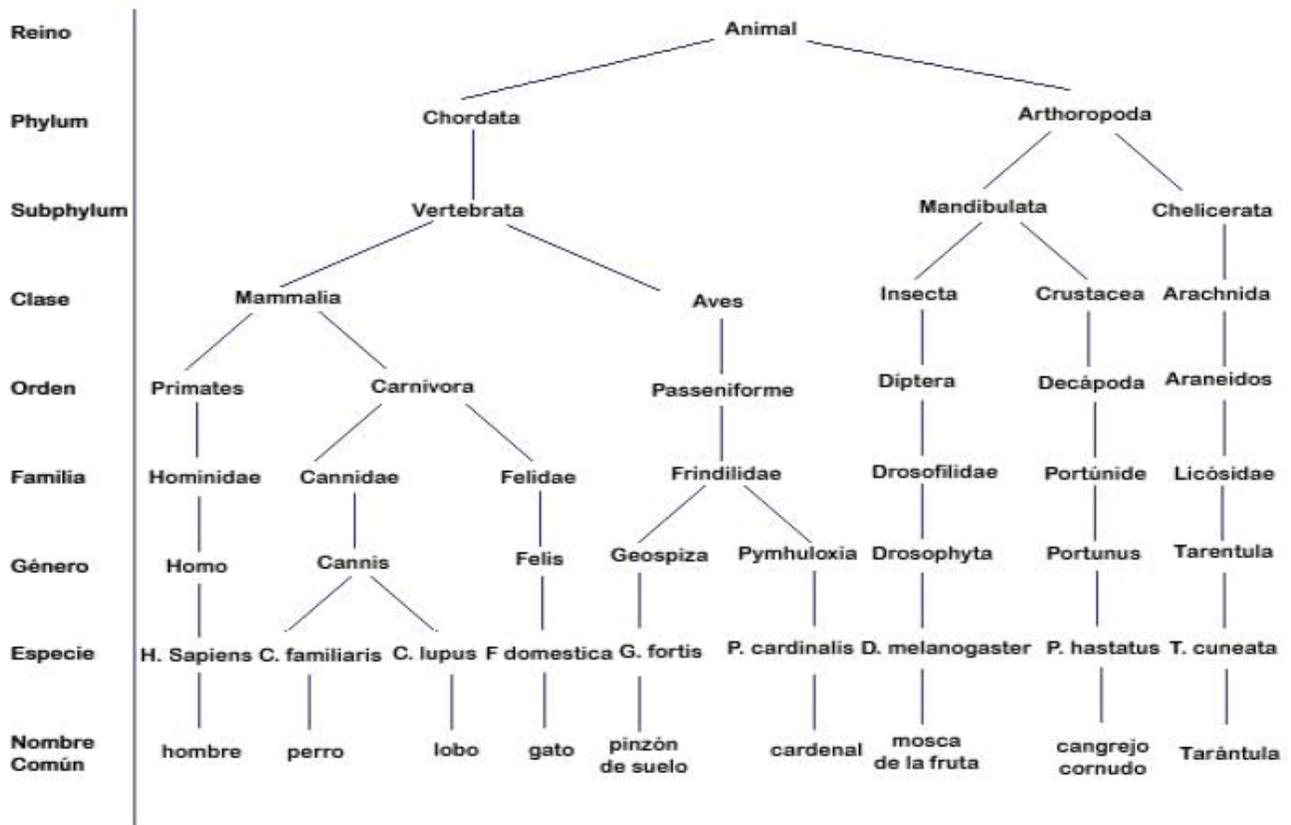
¿Por qué es común la especiación por poliploidía en las plantas pero no en los animales? Muchas plantas pueden autofecundarse o reproducirse asexualmente, o ambas cosas. Si una planta tetraploide se autofecunda, entonces sus descendientes serán también tetraploides. Las descendientes asexuales, desde luego son genéticamente idénticas a la progenitora y son así mismo tetraploides. En uno u otro caso la nueva planta tetraploide puede perpetuarse y formar una nueva especie. La mayoría de los animales, en cambio no pueden fecundarse ni reproducirse asexualmente. Por consiguiente, si un animal tuviese descendientes tetraploides, estos tendrían que aparearse con un miembro de la especie diploide progenitora y todos sus descendientes serían triploides, los cuales serían muy probablemente estériles. La especiación por poliploidía es común en las plantas; de hecho cerca de la mitad de todas las especies de plantas con flor son poliploides, y muchas de ellas son tetraploides. Por lo tanto ¿consideras que este mecanismo en plantas es un proceso de especiación simpátrica o alopátrica?

Tomado de Audesirk, T. Audesirk, G. y Byers, B. (2008) Biología. Pearson. México.

Figuras representativa de (diversas especies)



Clasificación taxonómica y Carlos Linneo



www.correodelmaestro.com/.../enero/taxonomia.png

Ilustración de una clasificación taxonómica en plantas

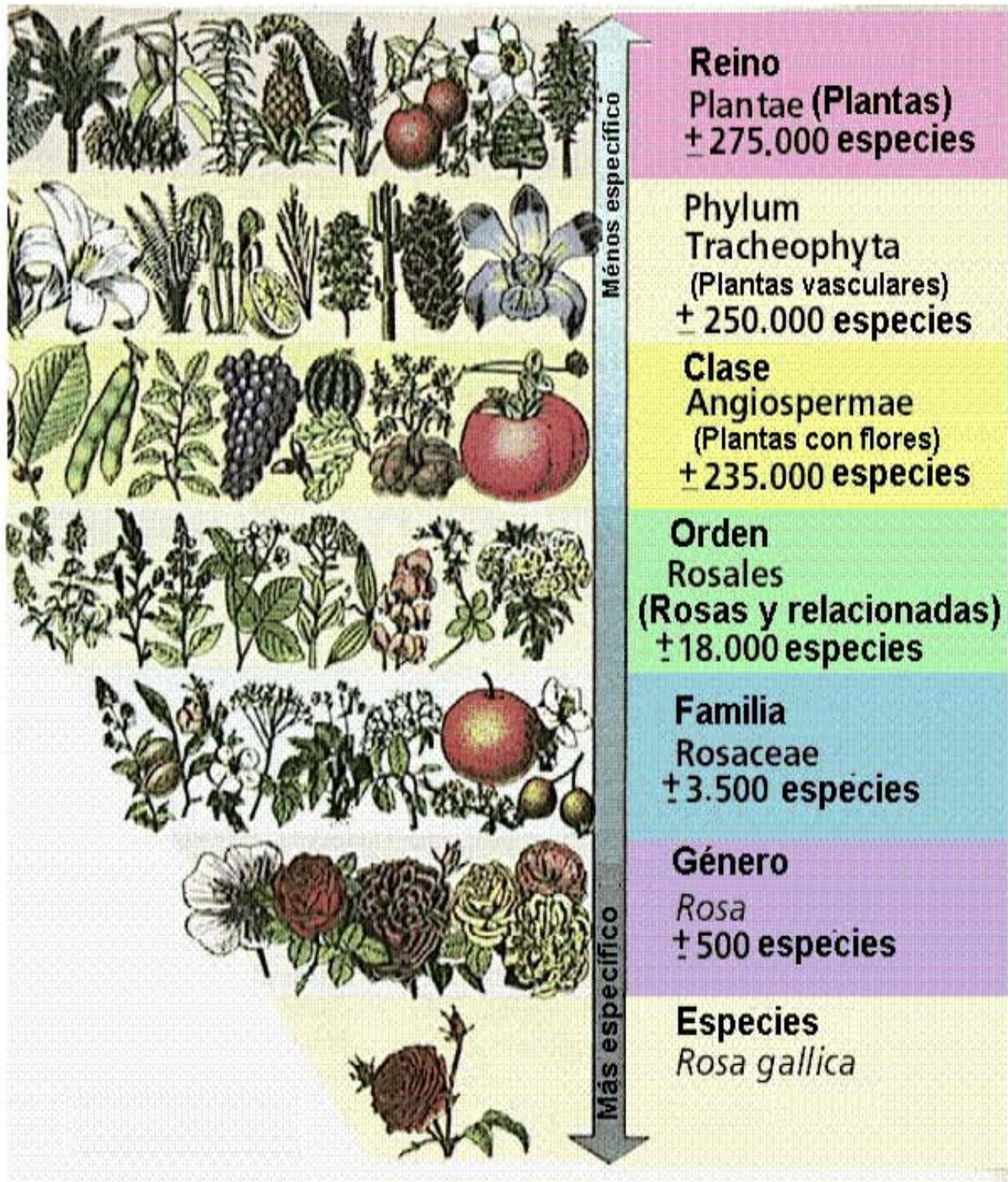


Ilustración de una clasificación taxonómica en animales

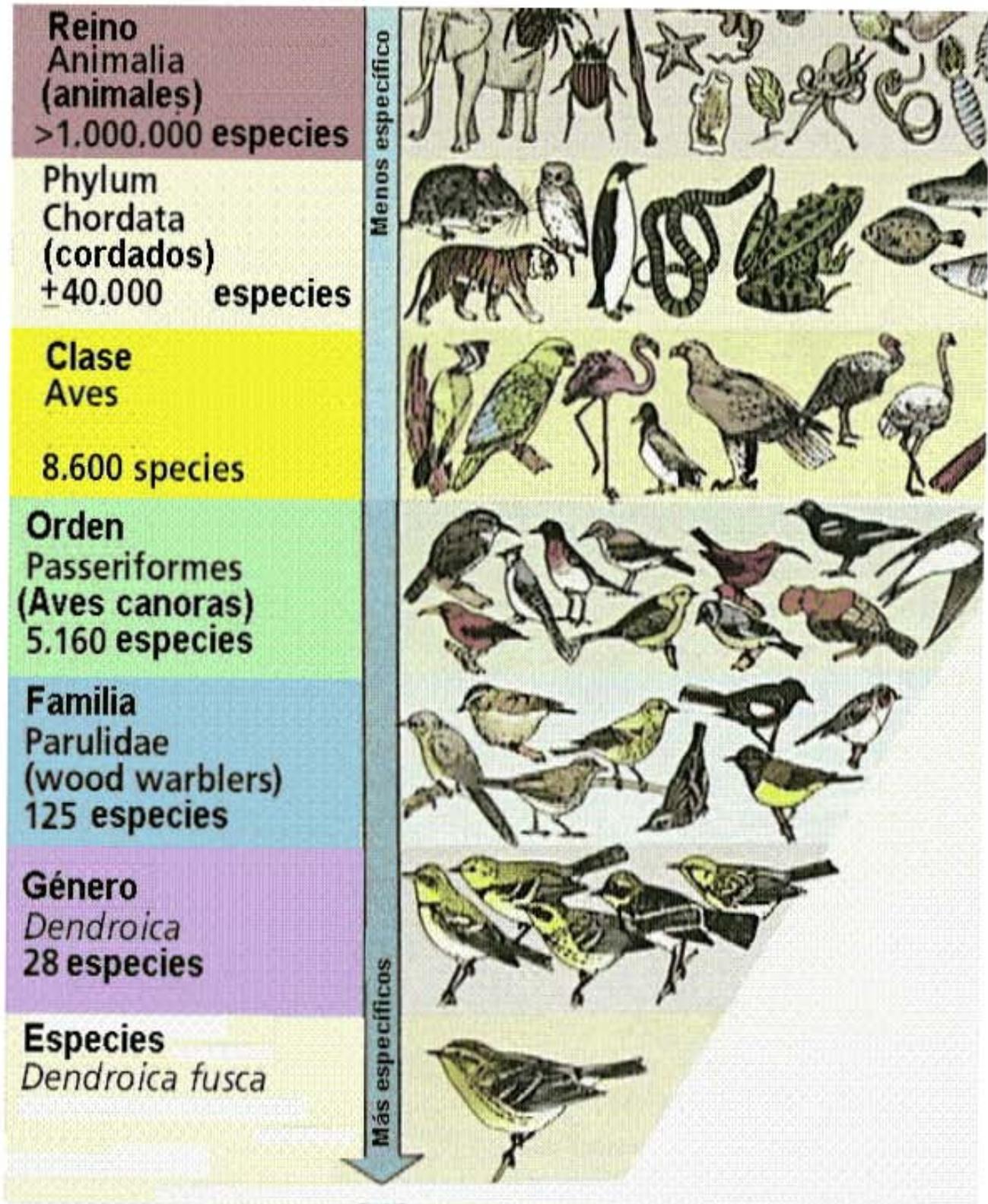


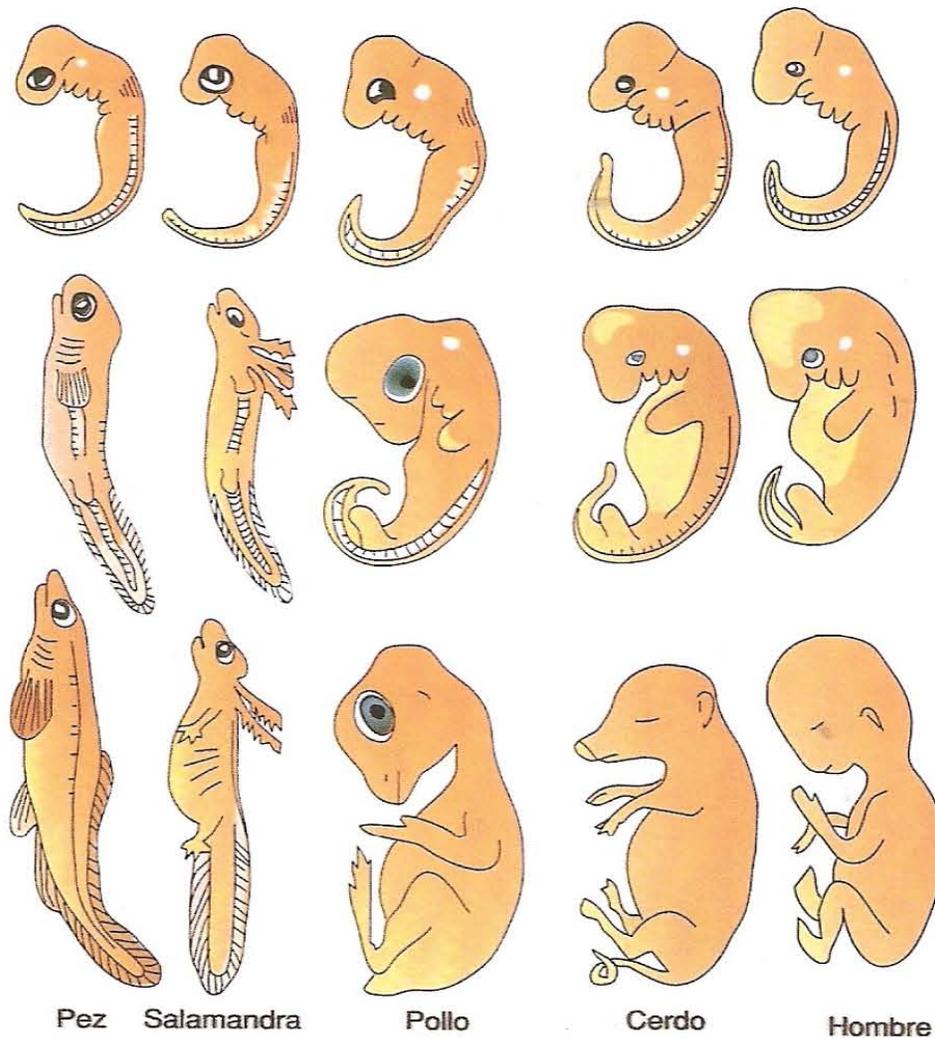
Ilustración de diferentes embriones de vertebrados

(Grupo experimental)

Homologías embrionarias

El modelo de desarrollo embrionario en un grupo de animales relacionados puede contener rasgos comunes que sólo se explican desde la perspectiva de sus relaciones evolutivas.

El desarrollo embrionario de seres relacionados informa sobre la "ascendencia". Se puede esperar que la ballena y el delfín tengan vías de desarrollo similares debido a su estrecho parentesco, lo que no quiere decir que la ballena haya evolucionado hacia el delfín, o viceversa.



Las primeras fases del desarrollo embrionario en una serie de vertebrados.

XVI. Anexo 6. Algunas de las actividades realizadas por los alumnos (grupo experimental)

Actividad de pegado de figurillas de la analogía de pinzas con picos de pinzones

De ampliación

1. Entre las especies que más llamaron la atención de Darwin se encuentran los pinzones que viven en las islas Galápagos. Reconoció 13 especies que mostraban un patrón general común, pero diferían en la forma del pico, el tamaño y, sobre todo, en el alimento que ingerían y el hábitat que ocupaban.

1.- Observa el dibujo de los pinzones y los alimentos respectivos. ¿Puedes decir qué alimento corresponde a cada especie?

2.- ¿Cómo explicarías la presencia de 13 tipos especiales de pinzones, exclusivos de las islas Galápagos, ocupando cada uno un nicho ecológico diferente?

<p>El pinzón del pico grande (<i>Geospiza magnirostris</i>):</p>	<p>El pinzón de cara ancha (<i>Platyspiza crassirostris</i>):</p>	<p>El pinzón gorjeado (<i>Pinaroloxias inornata</i>):</p>	<p>El pinzón tiznado (<i>Geospiza fuliginosa</i>):</p>	<p>El pinzón de los cactus (<i>Georpinza scandens</i>):</p>
<p>Tiene un pico grande y fuerte como un auténtico "cascanueces"</p>	<p>Tiene un pico grande y afilado para morder fuerte y cortar... como las tijeras de "cortar metales"</p>	<p>Tiene un pico pequeño y puntiagudo para hurgar en las grietas..., como unas pinzas</p>	<p>Tiene un pico pequeño, pero fuerte, triturador..., como un pequeño "cascanueces"</p>	<p>Tiene un pico largo y duro para hurgar..., como unos "alicates finos".</p>

<p>A) Insectos pequeños en grietas.</p>	<p>B) Semillas grandes y duras.</p>	<p>E) Semillas y néctar de cactus.</p>	<p>C) Insectos grandes, como escarabajos y orugas.</p>	<p>D) Semillas pequeñas y duras.</p>
-----------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------------------------	--------------------------------------

Fig 16. Diferentes especies de pinzones de las islas Galápagos y sus alimentos

2: Por la diferencia en zonas geográficas y el alimento de cada uno, ya que la estructura y forma del pico refleja su adaptación.

- Sanchez Tinoco Nancy
- Cervantes Cortez Beatriz

Cuadro CQA Elaborado por los alumnos

Mecanismos Prezigóticos y Postzigóticos

Cuadro CQA.

Nombre del alumno REYNA FLORES JUAN ELIHO Gpo. 690

Lo que se conoce (C)	Lo que se quiere conocer/aprender (Q)	Lo que se ha aprendido. (A)
<p>Son mecanismos que se dan antes y después del cigoto ó fecundación</p>	<p>Conocer más ampliamente estos mecanismos. y llegar a comprender los efectos en la cría de la reproducción</p>	<p>Los procesos pre- y postzigóticos son los mecanismos que se ponen en juego en la reproducción de una especie. El primero se da en una serie de comportamientos, como el cortejo, o lugar de cría. O también en la compatibilización de los cigotos de laembra y el macho. El postzigótico, es a partir de la fecundación, y las repercusiones que padecerá la filial o cría. Son mecanismos para evitar que los cruce de dos especies diferentes permanezcan</p>

Para el alumno:

1. Las dos primeras columnas las llenarás al inicio del subtema con base a lo que crees o tienes en mente.
2. La tercer columna la llenas durante el proceso instruccional o al final de la misma.

Evidencias evolutivas. (Pegado de figurillas de embriones)

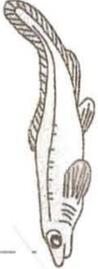
Evidencias evolutivas (embriológicas).

Homologías embrionarias.

1. Coloca y ordena en cada cuadro el embrión que corresponda de manera secuencial al organismo.

2. ¿Consideras que hay un antecesor común? Si No porqué

En la primera etapa del desarrollo embrionario todos son parecidos, ya que todos tienen columna vertebral y por eso pueden llamarse vertebrados.

Pez	Salamandra	Pollo	Cerdo	Hombre
				
				
				

Equipo 4 Integrantes Guevara Pozo Ameyali
Sánchez Ramírez Analauro
Hernández Cabrera Jonathan
Silva Angeles Aline

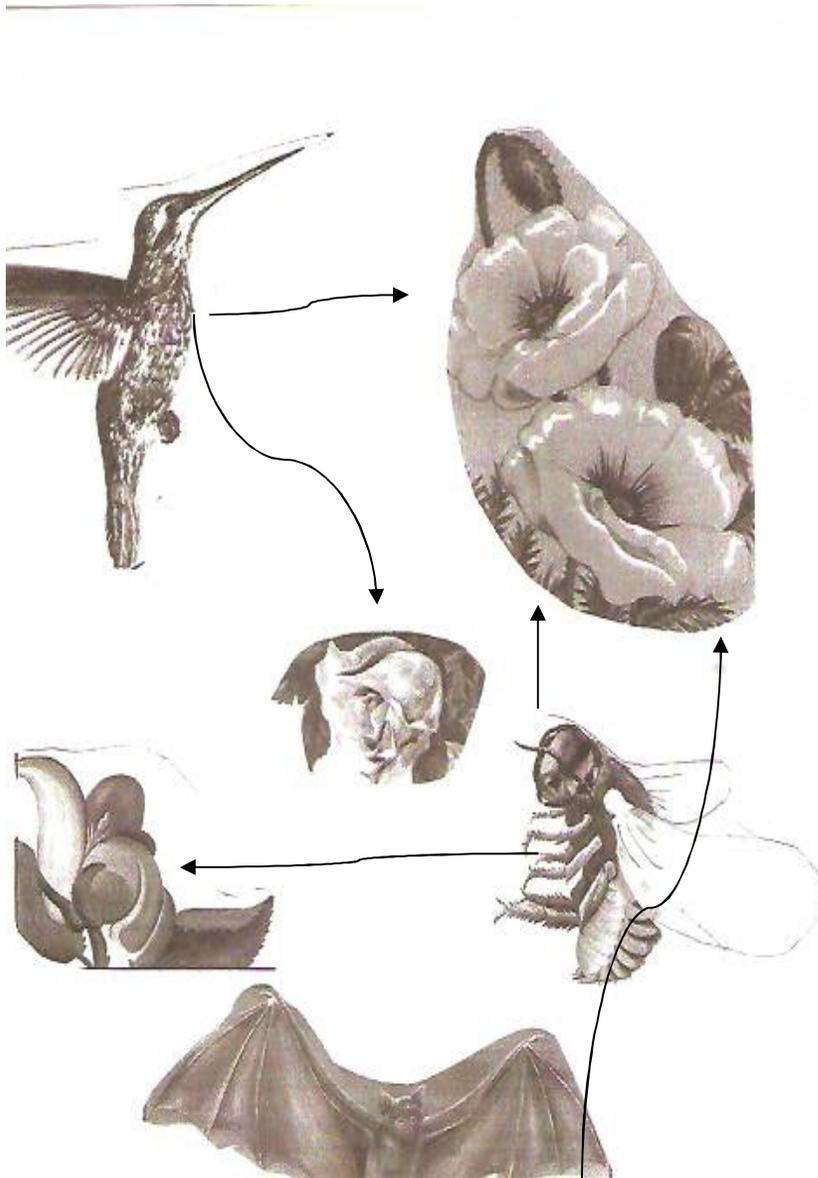
Relación de organismos con diferentes flores (coevolución)

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo

Gpo. _____ Fecha _____

Relaciona los organismos y contesta brevemente que entiendes por coevolución

Equipo _____ Integrantes _____



Actividad de colorear e identificar el número de especies
(Grupo experimental)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL

Fecha 16 oct 07 Gpo. 518

Perez Avendaño Isabel.

Actividades:

1. ¿Qué entiendes por concepto de especie? Y cita un ejemplo que conozcas: Un grupo de organismos que así como tienen características parecidas (que son mayoría) también hay diferencias (minorías). Como las arañas.

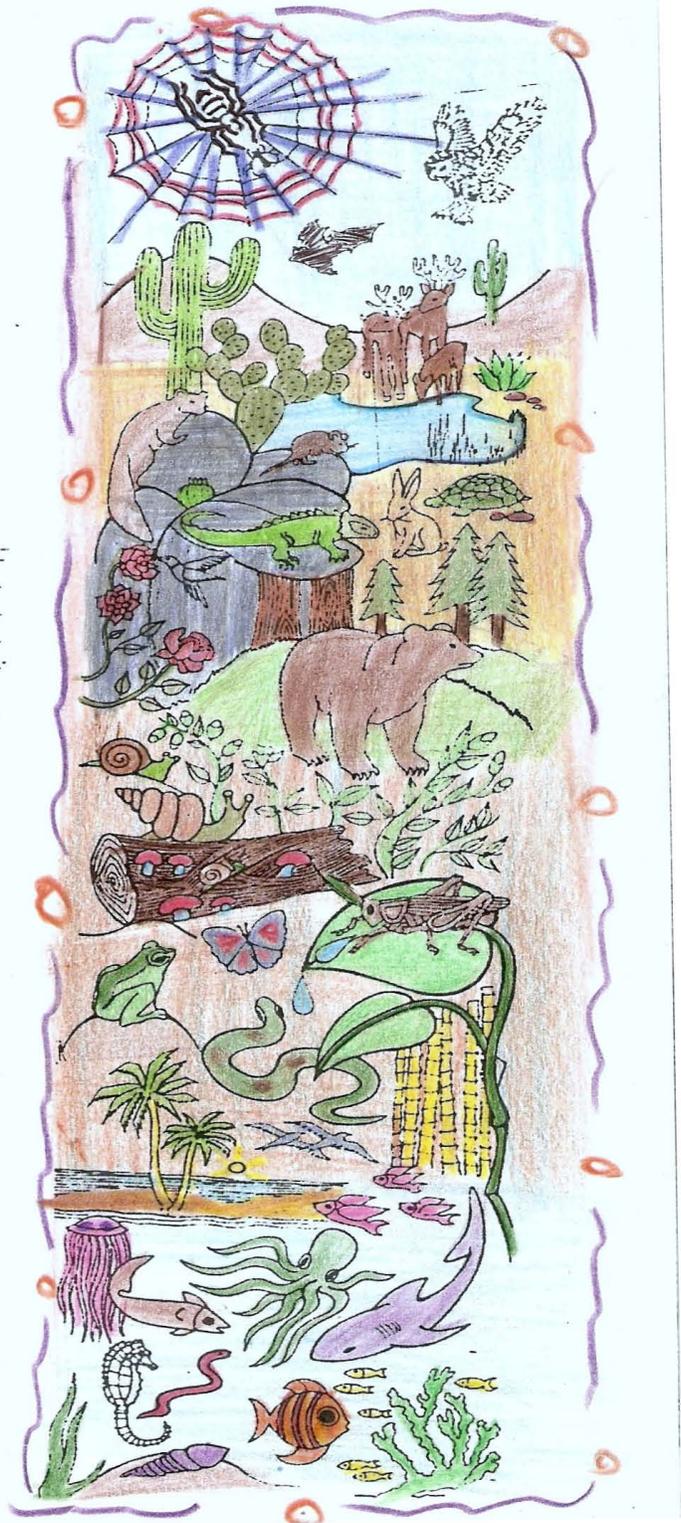
2. Observa con cuidado e identifica el número de especies presentes en el esquema y coloréalas.
Número: 42

3. ¿A qué reinos pertenecen? Plantae,
Animalia y Fungi.

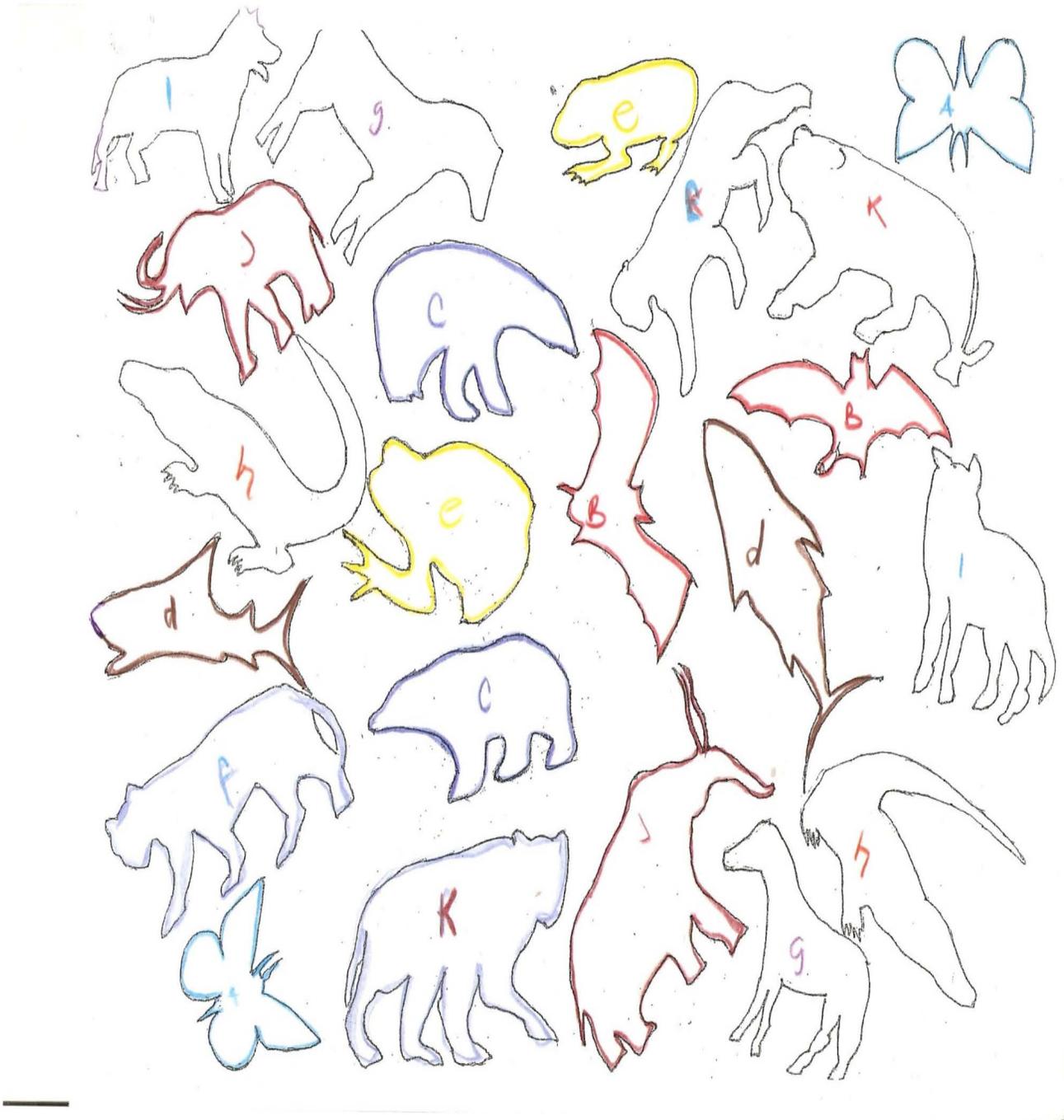
4. ¿Qué reinos faltan por representar?
Monera y Protista.

5. ¿Cuáles ecosistemas identificas en el esquema?
Bosque, Marino
y Desértico.

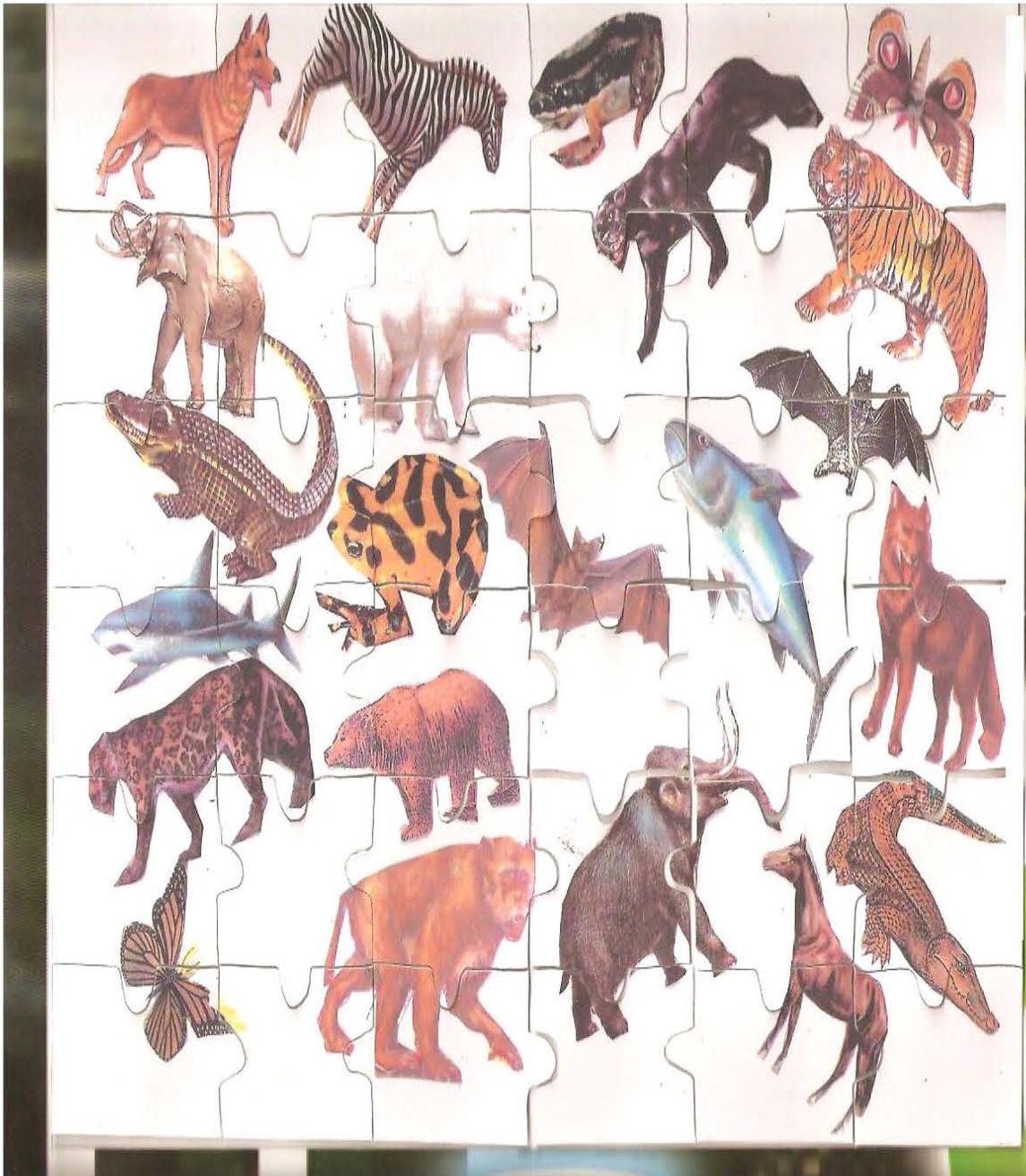
6. Comentarios sobre la actividad realizada:
En lo personal si me agrado mucho esta actividad, pues no es normal este tipo de trabajos en la forma normal de doctrina.



Actividad realizada por los alumnos al relacionar siluetas de organismos que creían de la misma especie



Rompecabezas armado por los alumnos



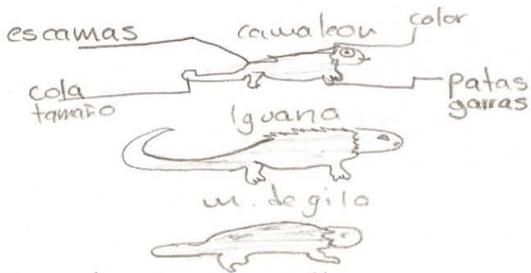
Clave taxonómica como actividad para desarrollar por los alumnos

- 1. A) Alevilla Barrenadora de Árboles
- B) Alevilla Polifemo
- C) Mariposa Cola de gubndrina de Pipevine
- D) Mariposa Ninfa del Bosque

2. Una clave taxonomica se usa con algunas características visibles y fáciles de identificar para lograr agrupar una especie y clasificarla en la taxonomía.

3. Antenas, mancha ocular, Ala interior, Ala posterior
Borde del Ala.

4. Iguana, monstruo de gila, camaleon (Reptiles)



Bernal Noyola Kila U.
Silverio Flores Rouaui
Olvera Jimenez Montserrat.
Velázquez Navarrate Igord Harbi.