



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
MAESTRIA EN DOCENCIA PARA EDULACIÓN MEDIA  
SUPERIOR**

**LOS INSECTOS COMO APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LA  
BIODIVERSIDAD DEL PROGRAMA DE BIOLOGÍA II DEL  
BACHILLERATO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y  
HUMANIDADES”.**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR EN EL CAMPO DE LA BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A :**  
**BIÓL. ANDREA DEL PILAR RIVERA GONZÁLEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**  
**M. EN C. RAFAEL CHÁVEZ LÓPEZ**  
**FES IZTACALA**

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, estado de México Febrero, 2017



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.

**Para mis dos grandes amores:**

**Youalli Mayaquen (mi pequeña saltamontes),  
esperando ser un buen ejemplo para ti.**

**Alberto, siempre estarás en mi corazón.**

## AGRADECIMIENTOS

A Alberto y Youalli por ser los motores de mi vida, por todo el apoyo incondicional y paciencia brindados para lograr este reto, los amo.

Rubén y Andrea, papis adorados, gracias por seguir apoyándome.

A Rafael Chávez López por dirigir este trabajo, por todo el apoyo y paciencia brindados; no lo hubiera logrado sin ti.

A la Dra Ofelia Contreras, al Dr. Miguel Monroy, a la Dra. Martha Martínez y al M. en C. Sergio Stanford, por la revisión y los comentarios hechos a este trabajo.

A mis compañeros de MADEMS, en especial a Ángeles, Enrique y Goyo.

Al CCH Azcapotzalco por brindarme la oportunidad de desarrollarme en la docencia y el por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de oficina: Virgilio, Angelitos, Irene-Inés, José Luis, Adán, Veidy, Aby, Paty, Georgina, Lupita, Lulú y Nely.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	4
Biodiversidad: Los insectos.	5
I) Identificación, contextualización, análisis y explicación del problema o situación objeto de estudio.	10
1. La enseñanza de la biología en la propuesta educativa del colegio de ciencias y humanidades (CCH)	10
1.1. Modelo educativo del CCH.	9
1.2. Plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM.	11
1.3 Enfoque disciplinario de la biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades	11
1.4. Enfoque didáctico de la biología de acuerdo a los programas de Biología del Colegio de Ciencias y Humanidades.	14
1.5. Objetivos del curso de Biología II	16
1.6. Programa de estudio de Biología II.	17
2. Enseñanza de las ciencias y biodiversidad	18
2.1. La importancia de la enseñanza de las ciencias.	18
2.2. La diversidad biológica: origen y significados.	20
2.3 Los servicios ambientales que proporciona la biodiversidad.	22
2.4 Una clasificación de los servicios ecosistémicos.	24
2.5. La biodiversidad mexicana.	28
2.6 La importancia de la conservación de la biodiversidad.	38
2.7 La enseñanza de la biodiversidad.	40
2.8 Enseñanza basada en modelos.	47
2.9 Modos de pensamiento.	50
II) Propuesta metodológica y validación de la estrategia didáctica.	50
1. Criterios para la selección del contenido “Biodiversidad”.	50
2. Procedimientos.	56

2.1. Instrumentos de recolección de datos.	57
Diseño de la estrategia y elaboración de instrumentos.	57
Diagnóstico de conocimientos previos.	58
Fase de intervención docente.	61
III) Informe de la intervención, sus resultados y valoración de la propuesta en su conjunto.	63
1 Resultados y análisis.	63
1.1. Resultados pre-test.	63
1.2. Exposición magistral.	66
1.3. Lectura.	66
1.4. Práctica de campo.	70
1.5. Actitudes observadas en los estudiantes hacia el aprendizaje de la biodiversidad mediado por insectos en actividades <i>in situ</i> e <i>in vivo</i> .	71
1.6. Comparación pre-test- pos-test.	73
2. Discusión.	86
CONSIDERACIONES FINALES.	94
BIBLIOGRAFÍA.	97
Anexos	
Anexo 1. Planeación didáctica.	105
Anexo 2. Cuestionario de evaluación de conocimientos previos	112
Anexo 3. Apoyo para la intervención magistral	117
Anexo 4. Lectura	124
Anexo 5. Práctica de Campo. Biodiversidad de insectos en el CCH Azcapotzalco	139
5.1. Material de apoyo para la identificación de insectos.	142

## RESUMEN

En este trabajo se utilizaron los insectos como modelo para el aprendizaje del tema “Biodiversidad: conceptos, niveles e importancia”, de la materia Biología II que forma parte del plan de estudios del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. La biodiversidad es un tema importante, ya que con los temas de evolución y ecología, contribuyen a la formación de los estudiantes para comprender los procesos de la naturaleza en el tiempo, incluyendo las interacciones actuales que tiene con la humanidad.

La investigación siguió un protocolo exploratorio en una estrategia cuasi-experimental pre-test – intervención docente – post-test; las fases pre-test y post-test se cubrieron con un cuestionario de 13 preguntas de respuesta libre sobre conceptos y definiciones de biodiversidad, importancia además de aspectos básicos de morfología de insectos, distribución y funciones; en el pre-test este instrumento sirvió para diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes, como post-test fue útil para comparar los conocimientos adquiridos en estos temas y para la evaluación sumativa del tema.

En ambos casos, las respuestas fueron evaluadas mediante el procedimiento de análisis de contenidos, sus resultados se resumieron presentándolos en cuadros que permitieron comparar los discursos de los estudiantes sobre sus aprendizajes sobre el tema.

La fase de intervención docente constó de la presentación de información temática usando diapositivas; esta actividad se complementó con lecturas guiadas y una práctica de campo, realizada dentro del campus escolar, que se apoyó en el laboratorio con la revisión de colecciones científicas de insectos elaboradas por la profesora.

Los conocimientos previos de los estudiantes fueron adecuados para el tema; sin embargo, sus explicaciones sobre la conservación de la biodiversidad fueron incompletos y con varias preconcepciones; la mayoría de los estudiantes demostró poca afinidad y disgusto hacia los insectos, en sus afirmaciones los calificaron como de formas feas y atemorizantes, además de ser agentes causantes de enfermedades; estas actitudes cambiaron ligeramente en el post-test.

Sucedió un cambio conceptual respecto a la conservación de la biodiversidad, sus niveles de estudio y la morfología básica de los insectos; además varios estudiantes reconocieron la importancia de los insectos por ser parte de la biodiversidad, por su función como polinizadores y como una posible fuente de alimentos. Desde las respuestas del pre-test, todos los estudiantes reconocieron la importancia de la biodiversidad, de su conservación y de los servicios ambientales que aporta a la humanidad.

La práctica de campo, permitió a los estudiantes acercarse a los insectos de su entorno, incluso los manipularon humanitariamente mediante técnicas de colecta científica; esta experiencia “in vivo” e “in situ” fue bien evaluada por los estudiantes, a pesar de su desagrado por los insectos, porque afirmaron que aprendieron mejor, de una manera más interesante y directamente sobre los organismos y sus procesos biológicos; estas actividades, aunque son demandantes de tiempo contribuyeron a la motivación de los estudiantes para aprender sobre estos temas.

## ABSTRACT

In this inquiry, the insect group was used as a learning model for the theme “Biodiversity. Concepts, levels, and importance”, which is part of Biology II asiganture from 3rd. Semester in UNAM’s Science and Humanities College Bachelor Program.

Biodiversity, in joint with Evolution and Ecology, to contribute for students formation to understand the nature’s processes in the time, in this issue are included current relationships with the mankind.

For the performance, was followed a exploratory protocol, with a pre test – teaching intervention – post test cuasi-experimental strategy; both pre test and post test phases were worked with a thirteen free-answer questionnaire about main themes as biodiversity concept and history, study levels and importance, besides basics of insect’s morphology and ecological function; these were compared to post test asnswers; in pre test, the questionnaire served as diagnostic knowledge instrument, while in post test was useful as sumative evaluation instrument.

In both cases, the answers were evaluated through content analysis procedure, their results were summarized and transcribed in tables which are the student's discourse representations about learned knowledges.

The teaching phase included thematic information using slide presentation, this activity was complemented with guide-lectures and a field-work practice; this was performed inside of the college campus and supported in laboratory with insect scientific collections made by the teacher.

The student's previous knowledges were appropriate respect to the subject class; however, their explanations about biodiversity conservation were incomplete and with several misconceptions; student's majority showed a un-like and displeasure attitude to insects, their statements were an ugly and fear forms, and illness vectors; these statements changed slightly in post test.

A conceptual change occurred respect to conservation biodiversity and insects basic morphology; several students appreciated the insect importance as a biodiversity elements, for their pollinization function, and as a food source too. Since pre test answers, all student recognize the importance of biodiversity, their conservation and the environmental services for humanity.

The field-work activity, allowed a close interaction among the students and the insects, besides the humanitarian manipulation by scientific techniques; this "in vivo" and "in situ" learning experiences was viewed favourably, despite disgust attitude respecto to insects; students made statements about reached better learnings, than were most interesting and direct ways to learn about the biodiversity and the biological processes of insects. Although this is a spent-time educative activity, this field and laboratory activity really contribute to improve the learnings about these biological subjects.

## INTRODUCCIÓN

Para empezar en este trabajo se dará un enfoque general de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, principalmente su enseñanza en el Colegio de Ciencias y Humanidades, enfocándonos en la biodiversidad, el constructo, significado e importancia de este concepto, utilizando como modelo a los insectos. En el capítulo uno se hablará en primer lugar de la enseñanza de la biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades, posteriormente se menciona la importancia de la enseñanza de las ciencias a nivel bachillerato, de la biodiversidad en cuanto a los servicios que nos proporciona, porque nuestro país es megadiverso y porque es importante su conservación; la enseñanza basada en modelos y los modos de pensamiento. En el capítulo dos se da la propuesta metodológica de la estrategia didáctica explicando porque se utilizaron los insectos como modelo para la enseñanza de la biodiversidad, mencionando los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos como son cuestionarios, lecturas, presentaciones en power point y práctica de campo. En el capítulo tres se informan los resultados obtenidos y el análisis de los mismos, iniciando con los resultados del pre-tes, seguido de la intervención magistral, la práctica de campo y la comparación del pre-tes con el pos-tes; de igual forma se mencionan las actitudes observadas en los alumnos durante el desarrollo de la estrategia. En la discusión se comparan los resultados obtenidos con los de otros autores y por último se dan las consideraciones finales.

## **“BIODIVERSIDAD: LOS INSECTOS”**

La educación es fundamental para la adquisición de una conciencia de responsabilidad individual y colectiva y deslindar responsabilidades en los distintos sujetos sociales (Cruz, 2007). Torres (2008), menciona que el principal propósito del bachillerato es ofrecer al estudiante una formación integral por medio de la cual puede desarrollar habilidades necesarias para adquirir la información y los conocimientos básicos, que le permitan comprender, interpretar, criticar y resolver eficazmente los problemas que se plantean en la vida cotidiana y en general en su entorno físico y social, con el fin de tener posibilidades de lograr aprendizajes más completos.

El aprendizaje de las ciencias naturales pretende desarrollar en el alumno las habilidades necesarias para comprender las leyes y principios naturales en el mundo, a través de la comprensión de fenómenos físicos, químicos y biológicos, lograda mediante las diferentes maneras de estudiar los distintos niveles de “organización de la materia viva”, describiendo los procesos de transformación de la materia-energía, desarrollando en el alumno, a través del método científico, el conocimiento de la materia viva como totalidad, inmersa en un proceso de cambio continuo, caracterizado por las interacciones en el medio físico y por la participación del hombre, para que logren valorar la magnitud y utilidad de los fenómenos básicos de los seres vivos y su ambiente, y así poder conservarlos y aprovecharlos para satisfacer sus propias necesidades (Torres, 2008).

El Colegio de Ciencias y Humanidades tiene estas mismas intenciones educativas en sus programas de Biología I a IV. En esta institución, se considera que el bachiller aprenderá de la biología, como una disciplina científica, a modificar los diferentes ámbitos del quehacer social; apropiándose de una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología; reconociendo a los seres vivos como sistemas complejos, que se comportan como una unidad, acomodados en un orden de organización jerárquico (células, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, biomas) con la misma importancia y con propiedades genéticas, taxonómicas y ecológicas, además de numerosas propiedades derivadas de los principios que los unifican, como su origen, unidad, conservación, regulación, reproducción, continuidad, cambio,

transformación, interacción y diversidad; esta última, entendida de manera sencilla como la variedad de expresiones de vida manifestadas a lo largo de la historia de la Tierra (Programas de Estudios de Biología I a IV, 2003).

La biodiversidad ha sido, desde el inicio de la humanidad, una fuente de recursos y satisfactores esenciales para la sobrevivencia del hombre. Por ello, el valor de la biodiversidad va más allá de los intereses utilitarios, culturales y estéticos que las sociedades le han dado, ya que provee bienes y servicios esenciales para el funcionamiento del planeta y, por ende, para el bienestar de la sociedad (Benítez, 2003).

Pero, ¿Qué es biodiversidad o diversidad biológica?, ¿Por qué surge este concepto? Ahora bien, ¿Qué organismos son los más diversos? ¿Qué beneficios otorgan en el ambiente? ¿Por qué es importante conocer esto? ¿Por qué se incluye este tema en el programa del bachillerato? En este trabajo se tratará de responder a estas preguntas.

El concepto diversidad biológica surge ligado a instituciones académicas y a organismos dedicados a la conservación biológica; es un concepto sintético, que incluye enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía (SEMARNAP, 1995 – 1996). *La Cumbre de la Tierra* celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro, en 1992, reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según los criterios de sustentabilidad promulgados en el *Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica*, que fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1992, fecha posteriormente declarada por la Asamblea General de la ONU como "Día Internacional de la Biodiversidad".

La biodiversidad se ha convertido en un tema educativo desafiante, desde la reunión de Río de Janeiro de 1992 (van Weelie y Wals, 2002; Gaston y Spicer, 2004); hoy, el valor y la vigencia de la importancia general de la biodiversidad es incuestionable y por la tanto es un valor social mundial (Gaston y Spicer, 2004). Pero en el medio científico se considera que la biodiversidad es un constructo complejo, que no está bien definido en los términos de las circunstancias educativas (van Weelie y Wals, 2002).

Dicho constructo, complejo y abstracto, se transforma en pequeñas entidades que permiten contribuir al aprendizaje y comprensión de la biodiversidad, en especial para los aprendices

en las escuelas y también para el público en general. De estas entidades, las de uso más común son las especies y su número en unidades espaciales de diferentes escalas, sobre todo cuando se enfatiza en situaciones de conservación; además de que se particulariza en aquellas especies carismáticas, por ejemplo los delfines o los elefantes, o aquellas que se encuentran en algún nivel de protección, como la vaquita marina o la mariposa monarca (Barney *et al.*, 2005).

Sin embargo, el conocimiento básico sobre las especies de plantas y animales, su identificación y su historia de vida se han colocado como un aspecto fundamental para el aprendizaje y entendimiento de la biodiversidad (Lindemann-Mathies, 2002; Randler y Bogner, 2002; Gaston y Spicer, 2004; Randler *et al.*, 2005) también como un marco de trabajo para el planteamiento de cuestionamientos ecológicas (Leather y Helden, 2005).

Castillo (2004) menciona que uno de los efectos de la crisis de biodiversidad actual es la pérdida de una gran cantidad de especies cada minuto, de las cuales ni siquiera se sabe de su existencia y mucho menos de sus posibles usos. Hasta 1999 había entre 1.5 y 1.7 millones de especies descritas, de los 13.6 millones estimadas por el Global Biodiversity Assessment del Programa Ambiental de la Organización de las Naciones Unidas (Wilson, 1999 citado en Castillo, 2004); los insectos son reconocidos como el grupo con el mayor número de especies conocidas y potencialmente el que puede aportar nuevas especies, hoy desconocidas.

Los insectos viven en casi todos los hábitats terrestres o dulceacuícolas, con menos frecuencia en la superficie del mar y en la región litoral marina. Los insectos también se encuentran en hábitats tan inverosímiles como en manaderos y surtidores de petróleo, manantiales sulfurosos, glaciares y charcas salobres (Castillo, 2004). No es una exageración decir que los insectos dominan la tierra por su diversidad y abundancia. Se estima que hay 200 millones de insectos por cada ser humano (Brusca, 2003). Desde la publicación en 1758, del *Systema Naturae* de Linneo, se han descrito anualmente unas 3500 especies nuevas, aunque en las últimas décadas la media ha ascendido a 7000. Se estima que el número de especies que faltan por describir puede estar en un intervalo de 3 a 100 millones.

La importancia de los insectos resulta evidente, desde la perspectiva antropocéntrica, muchas especies son plagas agrícolas, otras son vectores de enfermedades o son susceptibles de

explotación comercial. En muchos textos de entomología o temas afines, se privilegia el estudio de las especies nocivas, soslayando el estudio o la mera mención de las especies benéficas, con lo cual dejan la sensación de que los insectos son animales predominantemente perjudiciales, cuando en la realidad las especies dañinas representan a una minoría de los grupos de insectos existentes (Morón y Terrón, 1988).

El convenio sobre la diversidad biológica reconoce una serie de bienes y servicios que provee la biodiversidad, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: a) descomposición de los desechos, b) generación y renovación de la fertilidad del suelo, incluida la regeneración natural de los nutrientes, c) polinización de las plantas, incluidos muchos cultivos, d) control de las plagas y enfermedades, e) beneficios culturales y estéticos (Benítez, 2003).

Es fácil señalar la función y la contribución de los insectos en estos procesos, en casi todo el mundo forman parte de los principales depredadores de otros invertebrados. Son también una parte importante de la dieta de muchos animales terrestres, tienen un papel principal como organismos reductores de nivel en las cadenas alimentarias y constituyen una buena parte de la matriz de las mismas. En los desiertos y en los trópicos, las hormigas reemplazan a las lombrices de tierra como los removedores de tierra más abundantes. En todo el mundo, las termitas forman parte de los principales descomponedores de madera muerta y hojarasca. El 80% de las especies mundiales que se cultivan como alimentos, medicinas y fibras, cuentan con animales polinizadores, la mayoría insectos. Estos organismos aportan servicios ambientales por trillones de dólares porque tienen un papel clave en la polinización de las plantas silvestres (Brusca, 2003).

Como el resto de la biodiversidad terrestre, los insectos se enfrentan a enormes amenazas de extinción. Sin duda, el excesivo cambio en la utilización de la tierra y la deforestación en el siglo pasado, ha llevado a la desaparición de varios miles de especies. Con la acelerada pérdida de biodiversidad en todo el mundo, se estima en millones el número de especies de insectos que podrían extinguirse para el año 2025 (Brusca, 2003). Ante el notable incremento en la deforestación de los hábitats naturales en las últimas décadas, los científicos y conservacionistas han destacado, en diversos foros, el efecto y las consecuencias que aquélla tiene en la conservación de la diversidad biológica.

Una conclusión común derivada de este debate es la necesidad urgente de evitar la pérdida de la diversidad biológica. Al perderla, se restringen las opciones de un uso sustentable y manejo adecuado de los recursos naturales y se disminuyen los servicios ecológicos que tal diversidad brinda. El problema más grande, sin embargo, es que la pérdida de la diversidad biológica es irrecuperable, ya que la pérdida de una especie o de un ecosistema no puede ser revertido, es para siempre. Además, ante una deforestación en aumento esta o bien la extinción de una especie endémica, o un ecosistema geográficamente restringido, puede ocurrir en un lapso de tiempo muy breve (Hernández, 2001).

Es por ello que se reconoce que el estudio de la biodiversidad a partir del conocimiento de la variedad de entidades vivas ha sido un componente en la educación de estudiantes desde los 5 a los 18 años, tanto en México como en otros países del mundo, este aporte educativo se encuentra sustentado en los currícula de estudio; como plantea el plan de estudios de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, el estudio de la biodiversidad permite integrar diferentes contextos relacionados a este tópico, pero que surgen de la economía, la política, la cultura y la ética, entre otros; además provoca la creatividad del docente para utilizar diferentes instrumentos didácticos que contribuyen a relacionar a los aprendices con el mundo natural, usándose como medio para motivar la cultura ambiental, provocando directamente conductas ambientales apropiadas en el presente y para el futuro (Gayford, 2000).

# I

## IDENTIFICACIÓN, CONTEXTUALIZACIÓN, ANÁLISIS Y EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA O SITUACIÓN OBJETO DE ESTUDIO.

### 1. LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN LA PROPUESTA EDUCATIVA DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES (CCH)

#### 1.1. Modelo Educativo del CCH.

El CCH nace y se desarrolla como una institución educativa, que tiene como función responder a las necesidades sociales de conservar, construir y transmitir conocimientos, actitudes y valores que correspondan a los cambios de la dinámica de una sociedad globalizada, por lo que esta institución fomenta un modelo educativo de cultura básica, propedéutica, orientada a la formación intelectual ética y social de sus alumnos, que al egresar posean los conocimientos necesarios para su vida profesional, además de dotarlos con actitudes y habilidades necesarias para que se apropie de conocimientos racionalmente fundados y asuma valores y opiniones personales. Por ello, su orientación educativa se sintetiza en los cuatro pilares de la educación contemporánea: (Programas de Estudios de Biología I a IV, 2004)

- Aprender a aprender, refiriéndose a que el alumno sea capaz de adquirir nuevos conocimientos por cuenta propia.
- Aprender hacer, para que el alumno desarrolle habilidades que le permitan poner en práctica sus conocimientos.
- Aprender a ser, en donde el alumno, además de adquirir conocimientos científicos e intelectuales, desarrolle valores humanos en particular éticos, cívicos, así como de tolerancia y convivencia.
- Aprender a ser crítico; esto es, que el alumno sea capaz de analizar y valorar los conocimientos que adquiere, de forma tal que le sea posible afirmarlos, cuestionarlos o proponer otros diferentes.

## **1.2. Plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM.**

El plan de estudios del CCH, presenta a las asignaturas agrupadas y organizadas en cuatro áreas de conocimiento, encaminadas a la formación de una cultura humanista-científica, estas áreas corresponden a:

**Matemáticas:** Donde el alumno aprende a ver esta disciplina como una ciencia en constante desarrollo, que le permitirá la solución de problemas. Se origina en las necesidades de conocer y descubrir el entorno físico y social, así como desarrollar el rigor, la exactitud y la formalización para manejarlo.

**Histórico-Social:** Sus asignaturas conducen a los alumnos al análisis, interpretación y comprensión de los problemas específicos del acontecer histórico de los procesos sociales del pensamiento filosófico y la cultura universal.

**Talleres de lengua y comunicación:** el alumno conocerá el uso consciente y adecuado del conocimiento reflexivo y de los sistemas simbólicos, buscando desarrollar la facultad de entenderlos y producirlos, tanto en la lengua materna, la extranjera (inglés y francés) y los sistemas de signos auditivos y visuales de la sociedad.

**Ciencias experimentales:** Con el gran desarrollo de la ciencia y la tecnología actual, es necesaria la incorporación de estructuras y estrategias del pensamiento apropiadas a este hecho, en la forma de hacer y pensar de los estudiantes, por ello es importante que conozcan y comprendan la información que diariamente se les presenta con características científicas, para que comprendan fenómenos naturales que ocurren en el entorno o en su propio organismo y con ello elaboren explicaciones racionales de estos fenómenos. Las materias del área son Química, Física, Psicología, Ciencias de la Salud y Biología (Plan Actualizado de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, 2005).

## **1.3. Enfoque disciplinario de la biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades**

La biología abarca todas las disciplinas dedicadas al estudio de los sistemas vivos, que en su conjunto se denominan “Ciencias de la Vida” expresión que hace distinción entre las manifestaciones de lo físico y químico, de lo vivo. En la actualidad, el avance del conocimiento biológico se caracteriza por una especialización y complejidad que han

derivado en conocimientos fragmentados, lo que demanda lograr procesos de aprendizaje, capaces de lograr tratamiento integral al estudio de esta ciencia (Programas de Estudios de Biología I a IV, 2004)

Este enfoque de la enseñanza de la biología se sustenta en cuatro ejes complementarios: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos, estos se describen a continuación.

El pensamiento evolucionista: le da independencia al discurso biológico frente a otras ciencias naturales, como la física y la química; de entrada difieren tanto en objetivos de estudio como en su historia, en sus métodos y en su filosofía. Aunque los procesos biológicos son explicables mediante principios de la física y la química, otros de ellos más complejos no se pueden reducir a las leyes fisicoquímicas. Este eje orienta el estudio coherente de la vida, que intenta unificar el saber biológico en la explicación del fenómeno vivo, a partir de los conocimientos de disciplinas biológicas, como la genética y la ecología, el pensamiento evolucionista explica características, procesos y mecanismos de los sistemas vivos en el espacio y el tiempo.

El análisis histórico: contribuye al análisis de los diferentes conceptos y teorías de esta ciencia considerando el contexto social, metodológico e ideológico de cada época, incorpora el carácter provisional de distintas explicaciones científicas y promueve la toma de conciencia en torno al papel socio-político que tradicionalmente ha jugado el conocimiento científico y las comunidades que producen los saberes.

Las relaciones Sociedad-Ciencia-Tecnología: Desde el contexto educativo, este es un eje de suma importancia, estas relaciones son un buen modelo de cómo una disciplina científica influye en los diferentes ámbitos del quehacer social; con esta guía se fomenta en el alumno una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, propicia cambios personales hacia una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología, para que perciba, tanto sus utilidades en la mejora de la calidad de vida, como las consecuencias negativas de su desarrollo.

Este eje, también promueve en los alumnos actitudes y valores que favorecen el estudio y la solución de problemas y necesidades de salud personal y supervivencia global, desde una

perspectiva científica y social, la emisión de opiniones fundamentadas, así como la toma de decisiones informadas y acciones responsables ante la problemática actual, relacionada con esta disciplina.

Propiedades de los sistemas vivos: es el eje que reconoce a los seres vivos como sistemas complejos cuyos componentes están relacionados de modo tal, que el objeto se comporta como una unidad y no como un mero conjunto de elementos, llevando por tanto al aprendizaje de la biología con una visión integral de la vida.

Esto se propiciará al enseñar a los alumnos a visualizar de manera sistémica al mundo vivo, por medio del conocimiento de que los seres vivos son sistemas dentro de un orden jerárquico (células, organismos, poblaciones, comunidades, ecosistemas, biomas) e implica, necesariamente, hacer evidente que hay elementos de las explicaciones que se comparten o son válidos en los distintos niveles de la jerarquía biológica, y que ningún nivel es más importante que otro.

Asimismo, el conocimiento de que los sistemas vivos son biosistemas con propiedades emergentes, entre las cuales figuran los patrones genéticos, taxonómicos y ecológicos, además de numerosas propiedades derivadas de los principios que los unifican, como su origen, unidad, conservación, regulación, reproducción, continuidad, cambio, transformación, interacción y diversidad, permitirá adquirir una visión integrada de los mismos.

Con base en estos cuatro ejes, la secuencia de las temáticas en los programas de las asignaturas de Biología I y II, en su conjunto, responde a tres interrogantes: ¿qué? tiene que ver con las características descriptivas de los sistemas vivos, ¿cómo? agrupa el aspecto fisiológico o causas próximas que explican su funcionamiento y ¿por qué? hace referencia a los aspectos evolutivos que tienen que ver con ellos, es decir, las causas remotas o últimas, así estas interrogantes agrupan, de acuerdo a la lógica de la disciplina, las características, procesos y teorías que distinguen y explican a los sistemas vivos (Programas de Estudio de Biología I a IV)

#### **1.4. Enfoque didáctico de la biología de acuerdo a los programas de biología del Colegio de Ciencias y Humanidades.**

A los docentes se les propone que el enfoque didáctico de los programas de estudio de Biología I a IV este orientado a que los alumnos construyan activamente el conocimiento de la biología de manera gradual, donde las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base sobre la que se logre agregar el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, que en esa gradualidad se dirijan a aprendizajes más complejos y profundos.

Para mediar la construcción de los conocimientos de esta manera, es importante la creación, utilización y evaluación de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo de los estudiantes, para que sean ellos quienes den los significados a lo aprendido, integrándolos los conocimientos nuevos a los ya aprendidos, y que mediante el análisis y el discernimiento críticos, los alumnos adquieran una mayor libertad de pensamiento, lograr nuevos aprendizajes, relacionar lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad.

Por lo anterior, el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje es el alumno, por esto las estrategias para este proceso deberán crearse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales y antecedentes académicos, teniendo en cuenta que los alumnos tiene sus propias concepciones e ideas respecto a los fenómenos naturales, y para que reestructure científicamente esas ideas, será necesario propiciar un cuestionamiento sistemático, que ponga en juego sus diversas formas de razonar.

El profesor, por su parte, tiene que ser, ante el alumno, muy claro sobre lo que pretende con el tema o actividad a realizar, estimularlos en el planteamiento de problemas y alentarlos para que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje.

Como parte de sus capacidades docentes, se requiere que oriente a los alumnos para que puedan vincular de manera adecuada sus conocimientos previos con la nueva información, objeto de estudio. Por lo tanto y bajo estas perspectivas, el docente debe ser un mediador entre el alumno y los contenidos de enseñanza, sin perder de vista que el nivel de profundidad

de los mismos se enfatiza en los aprendizajes que se establecen para cada unidad de los programas.

Las estrategias que se sugieren para su uso en el aula (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004) deben centrarse en los aprendizajes a lograr, activando las siguientes actividades de aprendizaje:

1. Identificar los conocimientos previos de los alumnos para relacionarlos con los que se van a aprender.
2. Abordar los contenidos de enseñanza, conceptos, habilidades, actitudes y valores de acuerdo a los conocimientos previos de los alumnos para que puedan alcanzar una comprensión profunda de éstos.
3. Organizar y planificar actividades referidas a problemas que despierten el interés de los alumnos por lo que van a aprender y acordes con su etapa de desarrollo.
4. Procurar el análisis de problemas de forma contextualizada y bajo distintas perspectivas.
5. Promover la participación individual y colectiva, para que el alumno reformule y asimile la nueva información, comparta sus percepciones e intercambie información en la resolución de problemas.

Las estrategias didácticas en el salón de clases deberán promover la construcción significativa del conocimiento a través de actividades como problemas planteados sobre temáticas específicas y relevantes. Estos cuestionamientos, como instrumentos didácticos, deberán favorecer la progresión del aprendizaje de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y que logren la estructuración de los conceptos hasta lograr argumentos de que expliquen con fundamentos científicos el conocimiento formal de la biología. Consolidando las cuatro intenciones del aprendizaje en el CCH: que el alumno aprenda a aprender, aprenda a hacer, aprenda a ser y aprenda a convivir, lo que contribuirá a formar alumnos críticos y creativos, capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje para la construcción del conocimiento (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004).

El plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, señala que debe tomarse en cuenta que en los cuatro primeros semestres, los estudiantes cursan asignaturas obligatorias indispensables, que prodigan a la formación de un bachiller egresado con un conocimiento

general, amplio y acorde la cultura de estos tiempos; ya para los semestres quinto y sexto, el estudiante elige libremente las asignaturas que cursará, orientándose a los campos específicos de su interés y profundizando su preparación inmediata a alguna opción profesional (Plan de Estudios Actualizado, CCH-UNAM, 2004).

La concepción del conocimiento científico, que se enuncia como parte de los procesos educativos del CCH, no se restringe las ciencias naturales y reúne también a las de tipo social, reconociendo que los hallazgos científicos pueden generarse, no solo del método científico experimental; con esto, se procura que a través del razonamiento y del análisis crítico se reconozca que el conocimiento científico es dinámico y se enriquece con celeridad; ubicándose en posturas que contrastan entre el dominio y control de la explotación de la naturaleza, a privilegiar sus aprendizajes en el aula, actitudes dirigidas a la preservación y uso racional de los recursos, indispensables para la subsistencia humana.

La visión del Colegio de Ciencias y Humanidades, respecto al conocimiento científico remata en este colofón:

**“En conclusión, la cultura que el bachillerato del Colegio se propone ofrecer a los alumnos, es de carácter científico, esto es, una rigurosa y metódica sistematización de la experiencia, con miras a su transferencia a partir de la predictibilidad y comprobabilidad, y, al mismo tiempo, específicamente universitaria, puesto que a conciencia del hombre y de la sociedad, en cuanto tal vinculada con la actitud humanística. Hoy la cultura básica universitaria implica necesariamente una visión humanística de las ciencias, y particularmente de las ciencias de la naturaleza, y una visión científica de los problemas del hombre y la sociedad” (Plan de Estudios Actualizado, CCH UNAM, 2004)**

### **1.5. Objetivos del curso de Biología II**

Con base en ese carácter informativo y de cultura general, en el curso de Biología II se plantean como propósitos educativos que el alumno:

1. Examine explicaciones y teorías que favorezcan la interpretación científica del origen y evolución de los sistemas vivos.

2. Interprete a la evolución como el proceso por el que los organismos han cambiado con el tiempo y cuyo resultado es la diversidad de los sistemas vivos.
3. Examine las formas en que los organismos se relacionan entre sí y con su ambiente físico para permitir el funcionamiento del ecosistema.
4. Relacione el incremento de la población humana con el deterioro ambiental, e identifique alternativas para el manejo racional de la biosfera.
5. Se reconozca a sí mismo como parte de la naturaleza, a través del estudio de la biodiversidad y de la comprensión de las relaciones entre los sistemas vivos y su ambiente.
6. Aplique habilidades, actitudes y valores para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento, al llevar a cabo investigaciones.
7. Desarrolle una actitud científica, crítica y responsable ante el crecimiento de la población humana, su impacto en el deterioro ambiental y las alternativas para conservar la biodiversidad.
8. Desarrolle actitudes y valores relativos a una relación armónica con la naturaleza al asumir que es importante controlar el crecimiento poblacional y evitar el deterioro ambiental (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004)

En estos propósitos se marcan, los saberes, actitudes y valores que deben ser desarrollados por los estudiantes en el curso, entre los que destacan el carácter científico de las explicaciones de los procesos naturales, las interacciones humanidad-naturaleza y la perspectiva de los valores que se espera sean asumidos por los estudiantes, una vez que los aprendizajes sean adquiridos.

### **1.6. Programa de Estudio de Biología II.**

Para ubicar al lector en qué parte del programa se pretende aplicar la estrategia se hablara un poco sobre los programas de estudio de Biología II, el cual está integrado de dos unidades, la primera unidad corresponde a responder la pregunta de ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los seres vivos? Al finalizar esta unidad el alumno será capaz de identificar los mecanismos que han favorecido la diversificación de los sistemas vivos, mediante el análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda

que la diversidad es el resultado del proceso de la evolución, el tema tres de esta unidad se enfoca en particular en la diversidad de los sistemas vivos, en este trabajo se hace énfasis en el concepto, niveles e importancia de la misma. Este tema es importante ya que liga los siguientes subtemas de sistemática, cinco reinos y dominios. En cuanto a la Unidad Dos, tiene como fin responder a la pregunta ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente? Al final de esta unidad el alumno describirá la estructura y el funcionamiento del ecosistema, a partir del análisis de las interacciones que se presentan entre sus componentes, para que valore las repercusiones del desarrollo humano sobre el ambiente y las alternativas para el manejo responsable de la biosfera. (Programas de Estudio de Biología I a IV,2004).

## **2. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y BIODIVERSIDAD**

En este punto se hablará de las propuestas de enseñar ciencias y porque es importante; también sobre que es la Biodiversidad, como surge históricamente el concepto, su importancia en la Conservación de la Naturaleza y las propuestas existentes para su enseñanza, se hace énfasis en la utilización de modelos para este propósito.

### **2.1 La importancia de la enseñanza de las ciencias**

Para valorar la importancia de la ciencia en el aula conviene bosquejar algunas ideas sobre su enseñanza. No hay una respuesta única para quienes inquieta la ciencia y su trascendencia. Es posible que no se encuentren respuestas consensadas a las preguntas más significativas como: ¿Para qué es relevante? ¿Qué tipo de ciencia enseñar en el aula? ¿Los profesores se percatan de distintas importancias de la ciencia? ¿Saben las limitaciones actuales de la ciencia?

Investigaciones realizadas con estudiantes de niveles educativos equivalentes al medio superior y superior (Acevedo, 2012), permitieron encontrar respuestas como las que se presentan en el Cuadro 5, estas se definen como las categorías asociadas a la finalidad que se persigue con el aprendizaje de las ciencias:

Con base a los hallazgos reportados por este autor, se identificaron prácticas educativas orientadas hacia la utilidad de la ciencia, a su participación como generadora de actividad social o como un instrumento de formación profesional para el mundo laboral.

<b>Cuadro 5. Características de la ciencia relacionando su importancia, fines y límites (Modificado de Acevedo, 2012).</b>		
<b>CIENCIA</b>	<b>IMPORTANCIA-FINES</b>	<b>LÍMITES</b>
<b>Propedéutica</b>	<b>Continuar estudios científicos</b>	<b>Valiosa en el futuro no en el presente</b>
<b>Ciudadana</b>	<b>Decidir democráticamente</b>	<b>Omite otras realidades como la científica y la tecnológica</b>
<b>Funcional</b>	<b>Encarar al mundo del trabajo</b>	<b>Desdeña a la ciencia pura</b>
<b>Seductora</b>	<b>Cautivar al estudiante</b>	<b>Descuida otros fines, p.e. predecir</b>
<b>Pragmática</b>	<b>Resolver dificultades cotidianas</b>	<b>En la vida no todo es ciencia</b>
<b>Personal</b>	<b>Satisfacer curiosidad- interés</b>	<b>La ciencia es individual y social</b>
<b>Etno-ciencia</b>	<b>Para ayudar a grupos sociales</b>	<b>No valora elementos ajenos al grupo</b>
<b>Autogeneradora</b>	<b>Formar modos de pensar científicos</b>	<b>Puede encerrar an la jaula de la razón</b>

Pero en las respuestas se identificaron prácticas educativas en las que se recurre a una forma seductora de enseñar la ciencia, esta forma se entiende como la provocación para aprender de manera gustosa, combinando las habilidades del docente para lograr aprendizajes, sin considerar la formación de modos de pensar científicos (García, 2010). Este elemento, el de la atracción al aprendizaje de la ciencia, con diversión, es un hito que parece ser una manera de motivación a los estudiantes adolescentes, considerando que en estos tiempos el acceso a los medios visuales es una actividad, tal vez hábito, de la juventud en todo el mundo.

Los contenidos científicos poseen, en sí mismos, una carga de complejidad para su aprendizaje, diferentes estudios indican que los estudiantes ven en las ciencias y particularmente en la biología, a una materia aburrida y sin importancia (Prokop, *et al.* 2007); con esto en mente, una mezcla pedagógica ideal serían los profesores, quienes valoran la ciencia autogeneradora de conocimientos en el salón de clase y además tienen deseos de encantar, seducir, y ya con estudiantes hechizados por la ciencia, propiciar en ellos un modo de pensamiento científico.

Cuando la enseñanza de las ciencias se realiza sin claridad, sin utilidad y sin relacionarla con alguna aplicación social o científica, el aprendizaje del estudiante reforzará la creencia del valor de la memorización de la información, sin que aprecie lo que aprenderá y sin duda estereotipará la enseñanza de la ciencia solamente a la del laboratorio, donde los científicos son gente de bata, de aparatos y técnicas, con conocimientos que solo pueden compartirse para aprendices con las mismas cualidades que sus posibles profesores.

Generar el modo de pensar científico asegura su reproducción y producción: favorece a una ciencia auto-generadora. Con todo, la vida demanda al ser humano poseer otros tipos de pensamiento, como de sentido común o estético. No todo en la vida es ciencia, sin embargo, en la enseñanza de las ciencias se manifiesta la necesidad de educar con miras a la formación de un modo de pensar científico, a generar el espíritu científico, sin desdeñar que son absolutamente necesarios otros modos de pensar, desde el momento que solo una porción de la humanidad se dedica a la ciencia.

## **2.2. La diversidad biológica: origen y significados.**

El término “biodiversidad” fue acuñado por Wilson en 1988, es un anglicismo que representa la contracción del término “biological diversity” o diversidad de la vida. El concepto, ya clásico en cualquier libro de biología o ecología, implica la diversidad a todos los niveles, desde los millones de genes que se encuentran dentro de cada ser vivo, las millones de especies presentes en la naturaleza, hasta la inmensa diversidad de ecosistemas presentes en nuestro mundo (Stork, 1993).

La palabra biodiversidad tuvo sus primeros usos en el debate político (Ghilarov, 1996), pero luego fue adoptada en la ciencia para encontrar justificaciones dentro de sus disciplinas, por ejemplo en la sistemática,

Por ejemplo, a principios de los 80, Lovejoy, empleó el término diversidad para describir la riqueza de especies, mientras que Norse y McManus en el mismo año lo usaron para describir un concepto que contemplaba a la diversidad ecológica con un componente genético.

Más tarde, Norse *et al.*, en 1986 propusieron el término de biodiversidad, refiriéndola en tres niveles de expresión: el genético (intrapoblacional), de riqueza de especies (número de especies) y el ecológico (que considera a las comunidades y los ecosistemas). Solbrig (1991), apuntó que la integración de estos niveles en el concepto de biodiversidad se aceptó rápidamente, conociéndose como la trilogía de la biodiversidad (Di Castri y Younes, 1996).

En la actualidad se encuentran diversas definiciones de la diversidad biológica (Cuadro 3).

### Cuadro 3. Diferentes definiciones de biodiversidad

“La diversidad en todos los niveles de organización, desde la diversidad genética dentro de las poblaciones a la diversidad de ecosistemas en los paisajes, contribuye a la biodiversidad global. Aquí nos enfocamos en la diversidad de especies, porque las causas, patrones y consecuencias de los cambios de la diversidad están bien documentados. La diversidad de especies tiene consecuencias funcionales por el número y tipos de especies presentes determinan las características de los organismos que influyen en los procesos ecosistémicos”.

Chapin, F. S. III, et al. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* (405):234-242.

Existe un consenso general en el que la diversidad (un sinónimo de biodiversidad y diversidad biológica) incluye tanto el número como la composición de genotipos, especies, tipos funcionales y unidades de paisaje en un sistema dado. Sin embargo, la diversidad es igualada a la riqueza de especies, por lo que otros componentes de la diversidad han sido subestimados frecuentemente.

Díaz, S. y Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11):646-655.

La biodiversidad en el sentido más amplio consiste en el número, abundancia, composición, distribución espacial e interacciones de genotipos, poblaciones, especies, tipos y caracteres funcionales y unidades de paisaje en un sistema dado.

Díaz, S; Fargione, J.; Chapin III, F. S. y Tilman, D. (2007). Biodiversity loss threatens human well-being. En: *PLOS Biology* 4 (8), 277. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040277

La diversidad biológica incluye todas las plantas, animales, microorganismos, los ecosistemas de los que forman parte y la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de ecosistemas.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2003). *Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol*. Montreal: SCBD (CBD Technical Series no. 10).

“La diversidad funcional describe la variedad de funciones ecológicas de las especies o grupos de especies en un ecosistema. Es un descriptor de la biodiversidad que provee una vía alternativa de entendimientos de la diversidad biológica y los efectos de los disturbios causados por las actividades humanas, incluyendo el cambio climático.”

The International Convention on Biological Diversity (2003). *Convention on Biological Diversity*. Article 2: Use of Terms. Disponible en: <http://www.biodiv.org/convention/>

“Es la variedad y abundancia de todas las formas de vida en un lugar –plantas, animales y otros organismos vivos- y los procesos funciones y estructura que sostienen la variedad y permiten que se adapte las circunstancias cambiantes.”

National Commission on Science for Sustainable Forestry. 2005. *Science, Biodiversity and Sustainable Forestry: A Findings Report of the National Commission on Science for Sustainable Forestry (NCSSF)*. Washington, D.C.

La biodiversidad se refiere al número y abundancia relativa de especies y también al rango de caracteres presentes en un sistema dado.

Díaz, S. 2001. Does biodiversity matter to terrestrial ecosystem processes and services? En: Steffen, W., Jäger, J., Cason, D. y Bradshaw, C. (Eds.). *Challenges of a changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science conference* (pp. 165-167). Amsterdam: Springer.

Biodiversidad: número y composición de especies, tipos funcionales y/o unidades de paisaje presentes en un sistema dado.

Díaz, S. 2001. Ecosystem function, measurement, terrestrial communities. En: S. Levin (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity* (v. 2), 321-344. San Diego: Academic Press.

Es posible que la definición de mayor difusión es la expresada por la convención sobre la diversidad biológica (2001), esta ha servido como referente en los documentos relacionados con la biodiversidad, y que la define como aquella constituida por todos los organismos terrestres y acuáticos a todas las escalas; es decir, desde la diversidad genética dentro de las poblaciones, a la diversidad de especies, así como a la diversidad de comunidades y ecosistemas a lo largo de los paisajes.

En distintas ramas de la ecología, es notable el acuerdo general que la diversidad incluye el número y la composición de genotipos, a las especies, los tipos funcionales y las unidades de paisaje ubicados en un ecosistema (Díaz y Cabido, 2001; Díaz, 2001a), además manteniendo escalas de aplicación que van desde el micro al macrocosmos y especifican aún más los atributos de la biodiversidad, agregando a la abundancia, las interacciones y la distribución espacial de los genotipos y las poblaciones (Díaz *et al.* 2006).

Considerando la variedad y profundidad particular de estas definiciones, típicamente la biodiversidad es entendida solo como la riqueza de especies; es decir, simplemente como el número de especies presentes en un área (Heywood, 1998; Hamilton, 2005); esta definición gruesa desestima a otros de sus componentes, por ejemplo de manera común cuando se habla de la pérdida de la diversidad biológica, solo se refieren los números de especies que desaparecen en un área determinada (Chapin III *et al.*, 2000), esto refleja problemas metodológicos que denotan la falta de conocimiento de lo que ocurre con éstos.

### **2.3 Los servicios ambientales que proporciona la biodiversidad**

La supervivencia de la especie humana ha dependido de los recursos y los procesos naturales, desde ahora servicios que los ecosistemas de la biosfera y sus ecosistemas le han provisto. Esta dependencia no se ha minimizado en los tiempos actuales, las sociedades modernas

sostienen sus medios de producción y transformación con base a recursos naturales, como sucede con el uso de los combustibles fósiles, que son la base del desarrollo económico humano desde el siglo XIX, además del acceso a una variedad amplia de servicios ecosistémicos, estos entendidos como las funciones o procesos de los ecosistemas que son utilizados activa o pasivamente para producir bienestar humano (Fisher *et al.*, 2009).

Los humanos interactúan con dos categorías de ecosistemas: los naturales, que dependen principalmente de procesos naturales para sustentarse, con ninguna intervención humana y de los cuales se obtienen materias primas diversas para el mantenimiento de las personas, en esta categoría podemos señalar a las selvas, los bosques, los manglares, los arrecifes.

La segunda categoría corresponde a los ecosistemas artificializados, es decir, a los que han sido modificados por nuestra especie, estos pueden tener una base energética solar y recibir grandes cantidades de energía para lograr su función productiva; como ejemplos están los campos agrícolas, las plantaciones forestales, los sistemas de acuicultura y los centros urbanos. No sobra señalar que el desarrollo humano histórico se ha sostenido de la transformación del entorno natural, el resultado es evidente por la pérdida constante de hábitats naturales y la modificación de los procesos ecológicos naturales.

Su relevancia radica en que las condiciones, procesos y funciones, que caracterizan a los ecosistemas naturales, en los cuales la biodiversidad es fundamental, son esenciales para el ser humano, ya que proporcionan una serie de servicios ambientales de los que depende la sociedad (Constanza *et al.*, 1997; Pimentel *et al.*, 1997; Chapin III *et al.*, 2000; Díaz *et al.*, 2006).

Este interés procede de la promoción del término biodiversidad en el contexto de los problemas de conservación (Hamilton, 2005). Esta connotación de biodiversidad jugaría en la ecología un papel parecido al de la ‘entropía negativa’ en termodinámica, o al de la ‘información’ en la teoría de la información y la comunicación, es decir, como un parámetro indicador del grado de complejidad u organización de un sistema (Terradas, 2001).

Al respecto, Díaz (2001a) afirmó que hasta la primera parte de la década de los 80, los estudios de la relación entre la biodiversidad y el funcionamiento ecosistémico enfatizaron en el impacto de los procesos sobre la misma; pero recientemente, la cuestión ha sido

revertida, bajo la hipótesis que la diversidad influye en el funcionamiento del ecosistema. En esta visión, se comprende que todos los componentes de la biodiversidad, desde la diversidad genética a la distribución espacial de las unidades de paisaje, tienen una función importante en la provisión a largo plazo de alguno o algunos servicios ecosistémicos para los humanos.

Los ecosistemas como parte del capital natural<sup>1</sup> de un país, ofrecen los siguientes servicios ecosistémicos: son reservorios de la diversidad biológica, aportan alimentos, captan el agua de lluvia que se infiltra en el suelo y forman manantiales, ríos, lagos y humedales; con la participación de la biota y los sedimentos, producen suelos de diferente grado de fertilidad; capturan el bióxido de carbono de la atmósfera; en ellos ocurren interacciones altamente beneficiosas, como los polinizadores que fertilizan a las plantas y son responsables de gran parte de la producción agrícola y de la presencia de numerosas plantas silvestres, en este mismo contexto podemos añadir a simbioses productoras de nitrógeno, como bacterias y hongos micorrízicos, así como a los agentes que funcionan como control biológico de plagas agrícolas, además de otros servicios de tipo recreativos y los que aportan goce estético y cultural.

Queda claro que la función de las especies de organismos en los procesos ecosistémicos es integrarse a la fase inerte de la naturaleza, mediante procesos complejos que han favorecido la presencia de diferentes formas de vida a lo largo de la existencia del planeta, y que no es posible sustraer el beneficio que la evolución de estos procesos aportó para la presencia de la existencia humana. Además cuando se habla de servicios ecosistémicos se refiere, en primer término al bienestar humano y que la valoración de estos servicios con la participación de la biodiversidad se hace con base en su aporte a la existencia humana.

## **2.4 Una clasificación de los servicios ecosistémicos**

La biodiversidad y los procesos en los que interviene han sido, desde el inicio de la humanidad, la fuente de recursos y satisfactores esenciales que ha permitido su supervivencia, por ello, el valor de la biodiversidad va más allá de los intereses utilitarios,

---

<sup>1</sup> **Capital Natural:** se define como el conjunto de ecosistemas, tanto los naturales como los manejados por la humanidad, que generan bienes y servicios y son perpetuables ya sea por sí mismos o por el manejo humano. Algunos autores incluyen en este último tipo de capital otros bienes naturales como los hidrocarburos y los minerales. En el contexto de esta obra se circunscribe el concepto de capital natural a los ecosistemas, los organismos que contienen (plantas, animales, hongos y microorganismos) y los servicios que de ellos se reciben. (Sarukhán *et al.*, 2009).

culturales y estéticos que las sociedades les han asignado, ya que provee bienes y servicios esenciales para el funcionamiento del planeta y para el bienestar de la sociedad.

Una clasificación de los servicios ecosistémicos o de bienes y servicios, es aportada por Costanza *et al.*, (1997) y De Groot *et al.*, (2002) quienes definen 17 servicios asociados a las funciones de los ecosistemas que producen o genera el bien o servicio para los humanos.

En esta clasificación es necesario destacar el subconjunto de funciones del ecosistema que están estrechamente relacionadas con la capacidad de los procesos y componentes naturales, que por supuesto incluyen a las biodiversidad, para proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente y que éstos involucran diferentes escalas, particularmente la escala física, además de la escala en la que los humanos valoran los bienes y servicios proporcionados.

A partir de lo anterior, estos autores ofrecen una clasificación de 23 funciones básicas de los ecosistemas, agrupadas en cuatro categorías principales, de las cuales se derivan diferentes bienes y servicios:

1. Funciones de regulación: Relacionado con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos esenciales y sostener sistemas vitales a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos. Estas funciones proporcionan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para las poblaciones humanas, como lo son el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones y mantenimiento de tierra cultivable, entre otros.
2. Funciones de hábitat: Los ecosistemas naturales proporcionan hábitat de refugio y reproducción para plantas y animales, contribuyendo a la conservación biológica y diversidad genética. Estas funciones proporcionan servicios como mantenimiento de la diversidad biológica y genética, y de especies comercialmente aprovechables.
3. Funciones de producción: Los procesos fotosintéticos y autótrofos en general, a partir de los cuales los organismos autoabastecen sus requerimientos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos y que también son sustento de consumidores de distinto

orden, para generar una mayor variedad de biomasa. Esta variedad de estructuras proporcionan una variedad de bienes y servicios para consumo humano, que van desde alimento y materia prima hasta recursos energéticos y medicinales.

4. Funciones de información: Los ecosistemas proporcionan funciones de referencia y contribuyen al mantenimiento de la salud humana, proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas (paisaje).

Otra aproximación para clasificar los servicios ecosistémicos (SE) surgió de la evaluación de los ecosistemas del milenio (MEA, 2003), que es probablemente la más difundida y aceptada y que define los SE como “*los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas*”. Este trabajo estuvo estructurado alrededor del concepto de servicio ecosistémico para integrar completamente la sustentabilidad ecológica, la conservación y el bienestar humano. Ofrece un sistema de clasificación con propósitos puramente operacionales, basado en cuatro líneas funcionales dentro del marco conceptual de MEA, que incluyen servicios de soporte, regulación, aprovisionamiento y culturales (Figura 1), con la intención de facilitar la toma de decisiones.

Con base en esta clasificación, los servicios más relevantes provistos por la biodiversidad son:

1. Servicios de soporte: aquellos que mantienen las condiciones de habitabilidad de la superficie terrestre como la formación y retención del suelo, el ciclo de nutrientes, la polinización y la dispersión de semillas, la producción de biomasa vegetal.
2. Servicios de regulación –regulación de procesos ecosistémicos como el clima a través del secuestro de carbono, de los ciclos biogeoquímicos, de erosión, desintoxicación, protección contra amenazas naturales como las inundaciones, los incendios, las enfermedades (control biológico).
3. Servicios de aprovisionamiento –productos obtenidos de los ecosistemas como la comida, maderas, fibras, medicinas, recursos genéticos, minerales y agua potable, y

4. Servicios culturales: valores espirituales y religiosos, educativos, estéticos, recreativos, simbólicos, cognitivos, etcétera. (Díaz *et al.*, 2006; Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2003).



Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos (según Millenium Ecosystem Assesment, MEA, 2005).

Entre otros aspectos, esta propuesta considera el interés que existe por la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas y sus efectos en el bienestar social, ya que principalmente las relaciones con la biodiversidad median el acceso a los diversos servicios ecosistémicos (Fig. 2). Aunque el grupo de evaluación de ecosistemas del milenio (MEA, 2003, 2005) considera que estos servicios no tienen un precio, sin embargo, se asume que tienen un valor y que en muchas ocasiones los procesos de conversión, a veces irreversibles, de los ambientes naturales generan un costo total que supera a los beneficios humanos obtenidos por esa conversión.

Se ha evaluado que los estudios que ligan a los cambios en la biodiversidad con cambios en el funcionamiento de los ecosistemas y éstos, a su vez con el bienestar humano son escasos (Sarukhan, *et al.*, 2009), en nuestro país esta propuesta intenta sentar las bases para la conservación de la biodiversidad en un contexto que asegure el aprovisionamiento de los servicios que ofrece el ecosistema (Camacho y Ruiz, 2012).

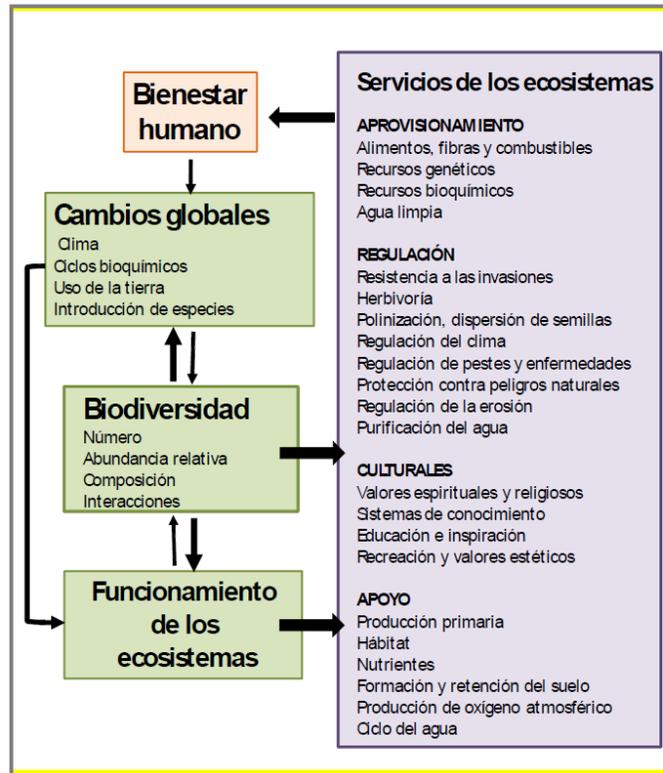


Figura 2. Los servicios ambientales de los ecosistemas y su interrelación con otros factores (Modificado de MEA, 2005).

## 2.5 La biodiversidad mexicana

En esta sección se presenta una selección de información aportada por Sarukhán, *et al.* (2009). Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 100 p.), en este documento se presenta de manera sinóptica el estado actual de la Biodiversidad mexicana desde la perspectiva de la agencia gubernamental encargada de compilar información sobre este componente natural.

Casi las dos terceras partes de la biodiversidad mundial se reconocen en una docena de países a los que se le denomina como países megadiversos. México es uno de estos países, en términos globales se reconoce como la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies, que va a la par de la gran riqueza cultural. Este rasgo no es de sorprender, pues se reconoce que la diversidad cultural en varias regiones del planeta se relaciona con la diversidad biológica,

por la dependencia de las sociedades a su entorno natural por los bienes y servicios que reciben del mismo y que las han sustentado.

La ubicación del territorio mexicano explica en parte su calificativo de megadiverso, pues en su superficie concurren dos grandes zonas biogeográficas: la Neártica, con una gran representación de la biota boreal de las zonas templadas del mundo, y la Neotropical que aporta a especies de la zona tropical, provenientes de la zona ecuatorial de América. El relieve de México permite la presencia casi todos los climas del planeta, tanto por lo accidentado de su topografía y su compleja geología; reconociendo la influencia de estos factores físicos ya que prácticamente todos los ecosistemas terrestres del mundo están presentes en la geopolítica mexicana, en una superficie de poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados, con más de 11 000 km de costas y un mar territorial que se estima en 231,813 km<sup>2</sup> (INEGI, 1983), manifestando una diversidad marina destacada.

En consideración de los hechos anteriores, la flora y fauna mexicanas muestran patrones geográficos muy relacionados con el comportamiento de los factores físicos del medio, sin olvidar su historia geológica. Sobre el pasado geológico reciente, se ha obtenido información de gran utilidad para dar un contexto explicativo a los procesos de cambio climático actuales que preocupan a la sociedad.

La gran diversidad biológica del país es reflejo de la enorme diversidad de ecosistemas y de los procesos ecológicos producto de las relaciones de los organismos entre sí y con su ambiente físico y químico. Estos procesos forman la base de importantes servicios ambientales, en particular de provisión, de regulación, culturales y de soporte.

Otro rasgo distintivo es que México no solo destaca por su elevado número de especies, también por su riqueza de endemismos y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, como resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país. En este contexto de biodiversidad es indispensable reconocer que las culturas prehispánicas domesticaron un gran número de especies a la vez que usaron muchas más, tanto silvestres como cultivadas, con fines alimenticios, terapéuticos, textiles, religiosos, de ornato y de construcción.

En el contexto internacional, junto con Indonesia, México destaca en el ámbito mundial por la correlación estrecha entre su gran diversidad biológica y cultural, además se ubica en primer lugar en el continente americano y quinto del mundo por el número de lenguas vigentes en su territorio (291 lenguas vivas en el país). La distribución de la variación lingüística corresponde cercanamente con las áreas de mayor biodiversidad.

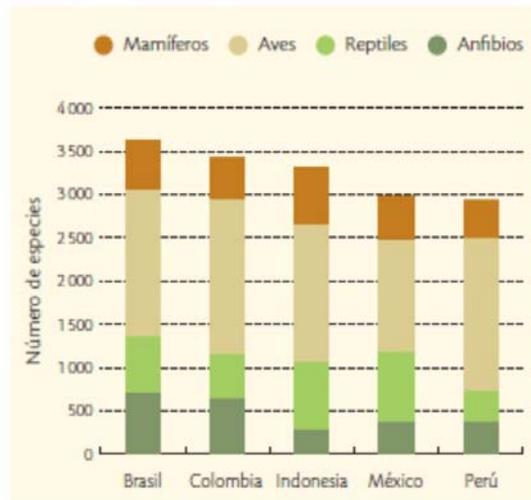
Aunque se sigue discutiendo al respecto, se acepta que se conocen hasta el momento alrededor de 1.8 millones de especies de animales, vegetales y de microorganismos, de un total estimado en más de 10 millones. Aunque el porcentaje de especies posibles que se desconocen es de más del 80%, esta estimación ofrece un panorama de la magnitud de la riqueza de la vida, de su distribución en la Tierra y en particular de la que alberga nuestro país.

El conocimiento biológico permite determinar que México es uno de los cuatro países con mayor número de especies animales y vegetales, de ahí su calificativo de “megadiverso”. La proporción de especies presentes en nuestro país respecto al total conocido es sensiblemente mayor (alrededor de 10 a 12 por ciento) que la proporción de superficie terrestre que México representa del total mundial (1.4%).

Uno de los grupos mejor conocidos son los vertebrados terrestres. Las figuras 3a y b, comparan la riqueza de especies de vertebrados en general y de los endémicos. Referente a los mamíferos, en México habitan 535 especies, de las cuales 488 son terrestres y 47 son marinas, que es la mayor riqueza de especies a nivel mundial de este grupo (Ramírez Pulido et al. 2005, 2008); solo en Indonesia y Brasil se han registrado más especies (667 y 578 respectivamente).

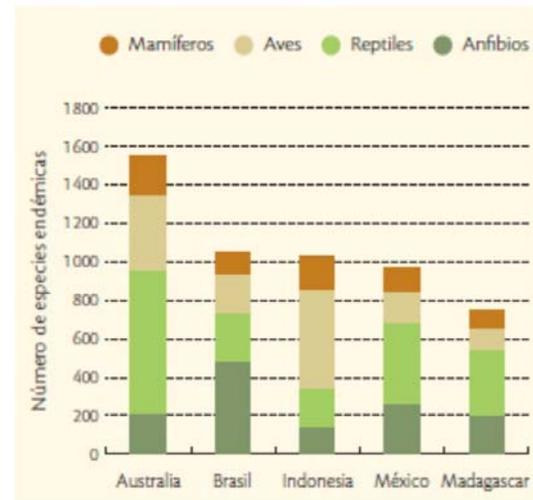
En Australia hay 880 especies de reptiles en una superficie territorial 3.5 veces mayor que la de México, mientras que en nuestro territorio se han descrito 804 especies, por lo que México ocupando el segundo lugar en el número de especies de este grupo (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

Los cinco países con mayor diversidad de especies de vertebrados (fuente: CONABIO 2006).



a

Los cinco países con mayor número de especies endémicas de vertebrados (fuente: CONABIO 2006).



b

Fig. 3. Comparación de riqueza de especies de vertebrados, a) los cinco países con mayor biodiversidad en el mundo de vertebrados, b) los cinco países con mayor biodiversidad de especies endémicas de vertebrados (Tomado de Sarukhán, J., *et al.* 2009)

México, que tiene litorales en el Océano Pacífico, el Atlántico y el Mar Caribe, es además el único país del mundo con un mar propio (el Golfo de California o Mar de Cortés); las aguas patrimoniales albergan numerosos ecosistemas y especies con las más variadas formas de vida. Por ejemplo, se han descrito 2 184 especies de peces marinos, solamente la región del Pacífico asiático, conformada por Indonesia, Filipinas, Australia y parte de Papúa-Nueva Guinea, supera estos registros pero en una superficie marina mucho mayor.

FIGURA 4. Especies de vertebrados descritas, estimadas y endémicas de México, comparación cuantitativa respecto al total mundial. (Tomado de Sarukhán, J., *et al.* 2009).

	Descritas de México	Estimadas para México	Endémicas de México	Descritas del mundo
Peces	2 692	2 729	271	27 977
Anfibios	361	371	174	4 780
Reptiles	804	812	368	8 238
Aves	1 096	1 167	125	9 721
Mamíferos	535	600	161	4 381

En la figura cuatro se resume la información sobre el número de especies de vertebrados presentes en México, cuántas de ellas son endémicas del país y el total conocido para cada grupo en el mundo. En lo que se refiere a insectos, el grupo de animales más numeroso, se han descrito para México hasta el presente 47 853 especies, pero se estima que existen cerca de cien mil.

México se encuentra entre los cinco con el mayor número de plantas vasculares. Para el país se han descrito más de 25 000 especies de plantas vasculares, de 27 000 y 30 000 que se estiman y una alta proporción es endémica (Figs. 5a y b), (Sarukhán, J., *et al.* 2009)

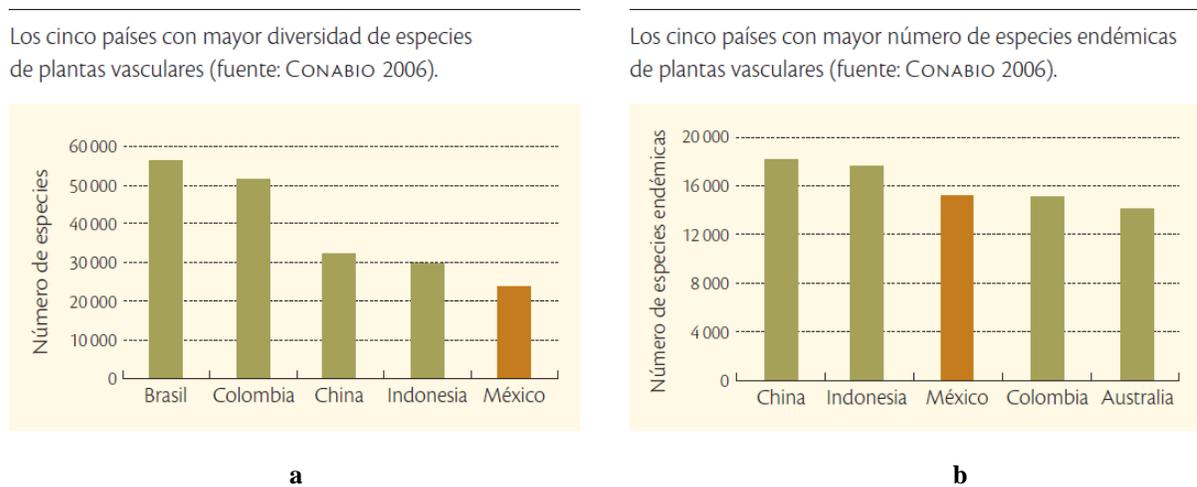


Fig. 5. Comparación de riqueza de especies de plantas vasculares entre a) los cinco países con mayor biodiversidad en el mundo total de plantas vasculares, b) los cinco países con mayor biodiversidad de especies endémicas de plantas vasculares (Tomado de Sarukhán, J., *et al.* 2009)

La figura 6 ilustra de manera comparativa la riqueza de especies de hongos, plantas y animales en el mundo y en México.

Un componente especial de la excepcional biodiversidad de México es la alta proporción de especies que solo existen en el país (denominadas endémicas), lo que imprime mucho mayor valor a su diversidad biológica. En este aspecto, México también destaca de manera importante cuando se le compara con otros países megadiversos.

Por ejemplo, unas 15 000 especies de plantas (constituyen entre el 50 y 60 por ciento de las especies conocidas de México hasta ahora) que son endémicas del país, en proporción la mitad o más de la flora efectivamente es mexicana, no se encuentra en ninguna otra parte del mundo.

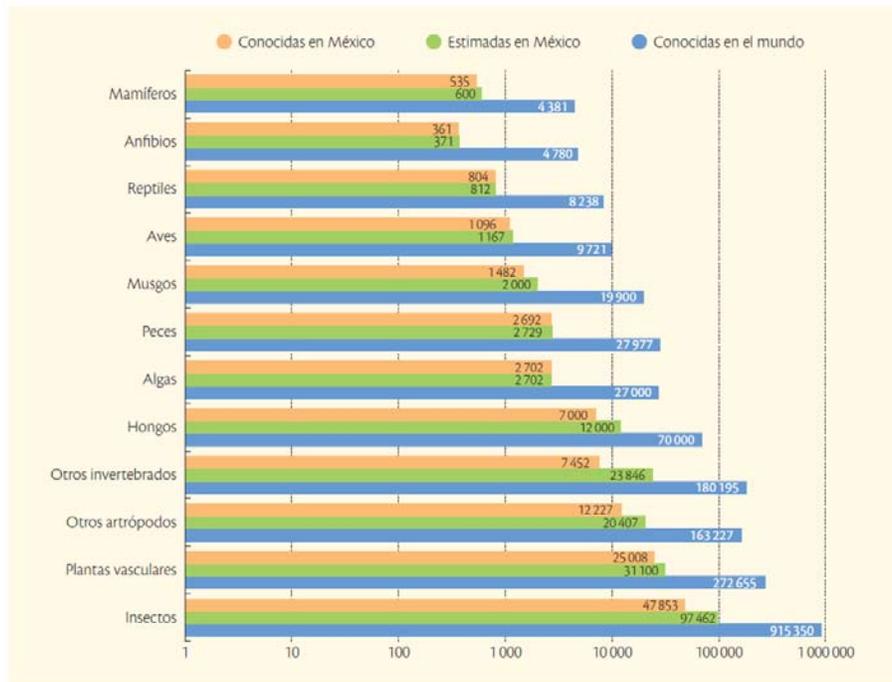


Fig. 6. Comparación de riqueza de especies de hongos, plantas y animales entre los registros para México y el mundo (Tomado de Sarukhán, J., *et al.* 2009)

Entre los vertebrados, los reptiles y los anfibios son los grupos con mayores porcentajes de endemismo, con una proporción de especies de distribución exclusiva en el país de 57 y 65 por ciento, respectivamente. Los mamíferos (terrestres y marinos) y los peces dulceacuícolas también presentan un alto grado de endemismo, equivalente a 32% en ambos casos.

Una tendencia global de la biodiversidad es que aumenta desde las zonas frías hacia las zonas ecuatoriales, en México esta regla se cumple pues hay, en general, más especies en las zonas tropicales que en las zonas templadas. Sin embargo, la extraordinaria combinación de factores ocasiona que los patrones espaciales de la diversidad biológica de México sean complejos.

En general, hay un mayor número de especies por unidad de área hacia el sur, en el trópico húmedo, es conocido el patrón latitudinal de una mayor concentración de especies de vertebrados terrestres y de plantas vasculares, pero ocurren excepciones debidas a la compleja historia biogeográfica del país. Existen varios grupos especialmente ricos en los desiertos, como las cactáceas (Dávila *et al.* 2002), grupos de fauna con patrones

biogeográficos determinados por las montañas (Halffter 1987, 2003) y un enorme número de endemismos y microendemismos que no necesariamente se correlacionan con los patrones observados entre grupos taxonómicos.

En el norte y parte del centro del país se encuentran las zonas áridas y semiáridas, caracterizadas por los matorrales xerófilos, pastizales y bosques espinosos; en las planicies costeras y secas del Pacífico, centro del Golfo de México y noroeste de Yucatán se encuentran los bosques tropicales secos y semisecos; en las zonas más húmedas, inferiores a los 900 metros sobre el nivel del mar se ubican los bosques tropicales perennifolios, y a mayores altitudes los bosques de niebla; finalmente, en las sierras habitan los bosques de coníferas y de encinos.

Recientemente se han reconocido las ecoregiones como áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas, así como condiciones ambientales similares. En el caso de se definen 96 ecoregiones terrestres sin incluir las de islas (INEGI-CONABIO-INE, 2007), lo que ha sido un indicador de gran utilidad en la planeación de la conservación (Fig. 7).

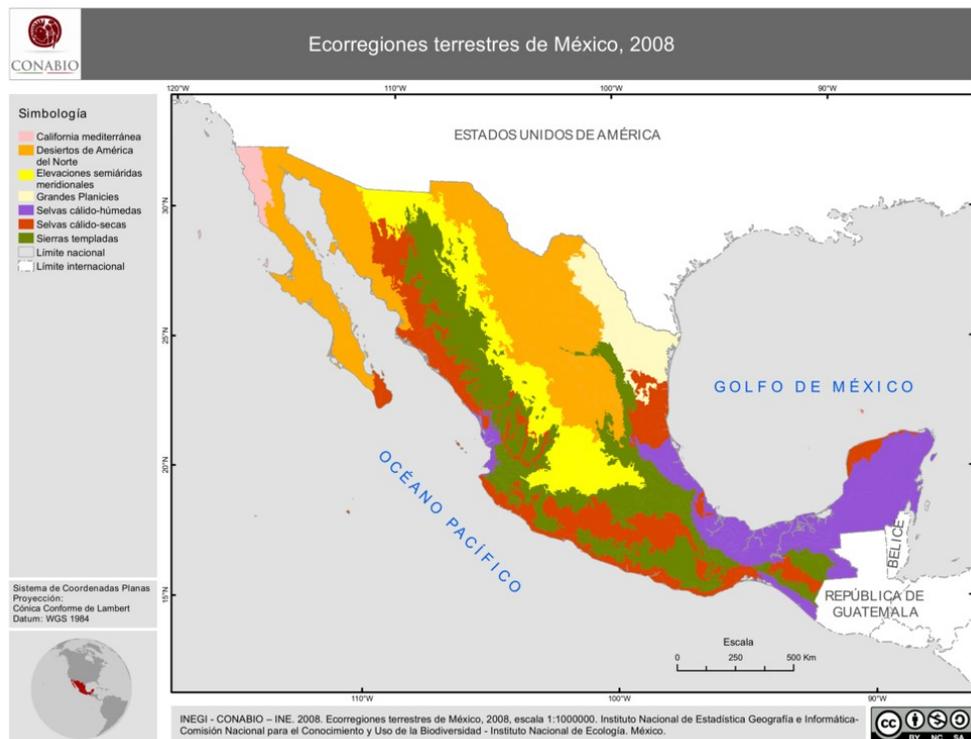


Fig. 7. Ecorregiones de México. Ecorregiones terrestres de México (INEGI, 2008).

La ubicación geográfica de México entre las vertientes del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental da una explicación de su diversidad enorme de especies y ecosistemas marinos. Por su extensión litoral y marina, México es el duodécimo país mejor dotado en el ámbito mundial. La gran variedad de hábitats marinos valiosos se ha caracterizado en 28 ecoregiones (Fig. 8).

Ecoregiones marinas de México de nivel II (capítulo 5, vol. I).

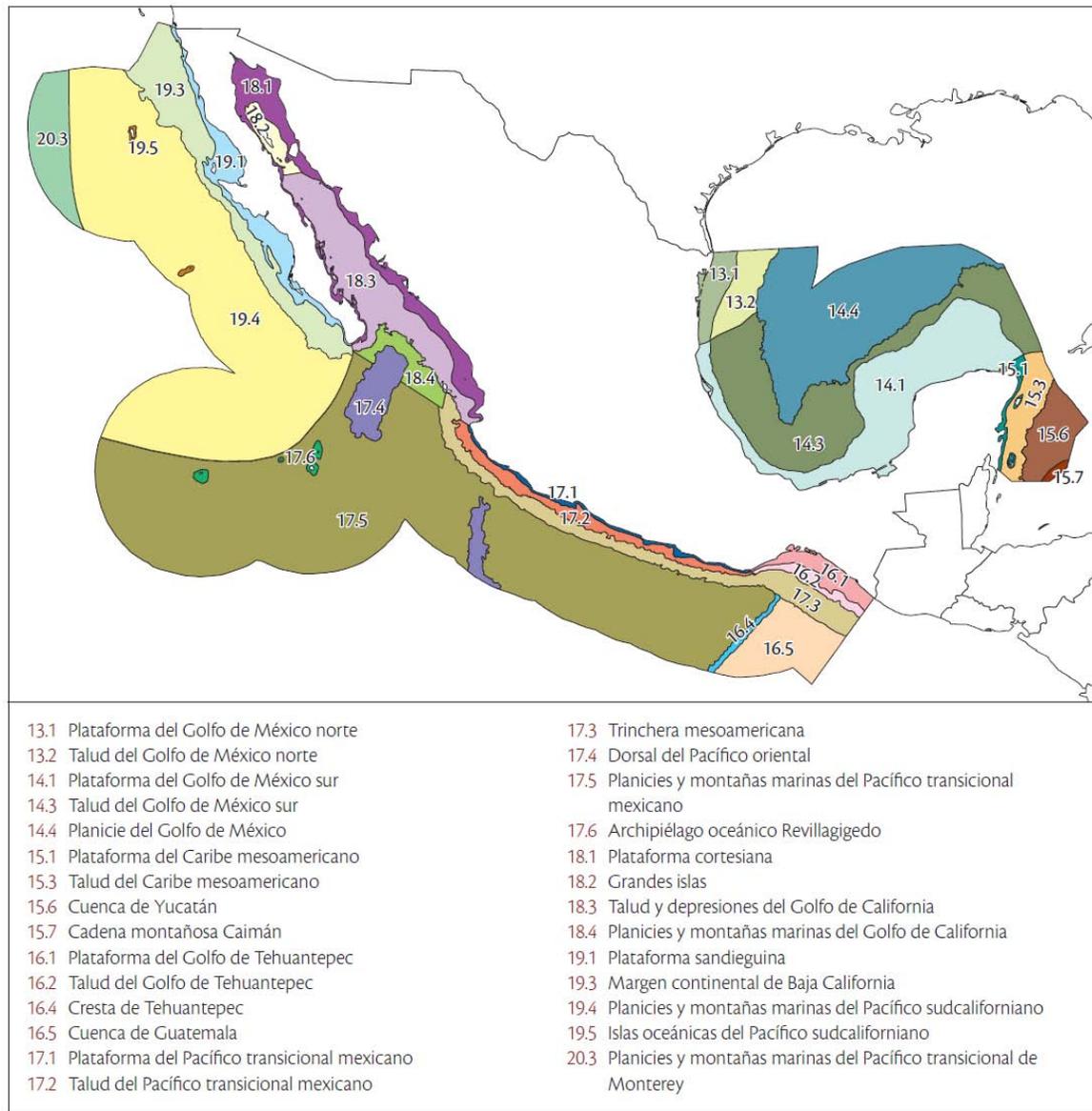


Fig. 8. Ecoregiones marinas de México. (Tomado de Sarukhán, J., *et al.* 2009.)

Los ecosistemas costeros son un complejo de lagunas, estuarios y otras formaciones; que reflejan las relaciones dinámicas entre las zonas continentales y las marinas. En las zonas

costeras ocurren procesos ecológicos “clave” para el mantenimiento de las poblaciones de vertebrados e invertebrados acuáticos, de interés económico y que en conjunto constituyen un grupo de recursos fundamentales de la llamada pesca ribereña y de la pesca industrializada; las zonas de manglares y de vegetación sumergida de los ecosistemas costeros son especialmente críticas, ya que son el albergue de fases larvarias y juveniles de especies que se reclutan a la plataforma continental, por eso este proceso de conectividad entre los hábitats acuáticos de la costa y la plataforma marina debe ser mejor comprendido con metas a una conservación integral de la llamada “zona costera”.

Son de interés particular los arrecifes coralinos, estos ecosistemas son altamente biodiversos y se desarrollan en la cercanía de las regiones costeras, tienen gran influencia en la reproducción y protección de una fauna marina de peces muy importante. Aunque diferentes formaciones coralíferas se encuentran tanto en el litoral del Pacífico como del Atlántico, la formación más importante es el Sistema Arrecifal Mesoamericano en el Mar Caribe, la segunda barrera arrecifal más grande del mundo, que se comparte con Belice y Guatemala. Otra formación de importancia y por su localización hacia el centro del Golfo de México es el Sistema Arrecifal Veracruzano, que a pesar de su trascendencia natural se encuentra sujeto a presiones de reducción por la expansión de la zona de descarga del puerto de Veracruz.

En la superficie marina mexicana se cuentan más de 3 000 unidades geomorfológicas, entre cayos, islas, arrecifes, islotes, bajos y bancos distribuidos en los cuatro mares mexicanos. En el Pacífico, la mayor parte de las islas se encuentra en la región noroeste, que comprende el Golfo de California y la costa oeste de la Península; en esta región existen cerca de 900 islas e islotes. De una gran variabilidad en extensión, topografía y contenido de biodiversidad, no obstante su modesto tamaño, son muy importantes por la presencia en ellas de especies endémicas, en especial aves, algunas de éstas reportadas en peligro de extinción por la influencia de las especies introducidas por pescadores y visitantes.

También son importantes en las islas e islotes los grupos de especies endémicas como las cactáceas y los reptiles. Las islas son los ecosistemas que registran el mayor número de extinciones de especies, la mayoría endémicas. Por ejemplo, las islas de la región noroeste son áreas esenciales para la reproducción de más de 30 especies de aves marinas del Pacífico oriental, dos especies de tortugas marinas y cuatro de focas. Además son el hábitat de al

menos 218 especies y subespecies endémicas de plantas y animales, entre los que destacan 81 de reptiles, 45 de aves terrestres y 92 de mamíferos. Actualmente muchas de estas especies se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.

Los sistemas acuáticos epicontinentales (lagunas y ríos), son muy importantes porque contienen importantes faunas endémicas, especialmente de peces, pero además son de gran relevancia en el ciclo hidrológico de las diferentes regiones del país. Estos son sistemas que han recibido un severo impacto por las actividades humanas, desde la desecación de los cuerpos de agua por la apropiación humana del líquido para fines urbanos y agropecuarios, la seria disminución de sus volúmenes por la perturbación de los ecosistemas en las zonas de captación de agua pluvial hasta la sobreexplotación, contaminación química e introducción de especies exóticas que han extinguido a muchas especies nativas y endémicas.

México es reconocido como un centro de domesticación y de diversificación de numerosos cultivos, algunos de ellos han trascendido a nivel mundial, como el maíz, el jitomate y el cacao. Las especies cultivadas en México se relacionan con variedades silvestres que aumentan real y potencialmente, la diversidad genética de los cultivares de especies que se utilizan en todo el mundo, esto las coloca como un recurso de gran importancia para la seguridad alimentaria.

La diversidad genética no es solo el resultado de los factores ambientales y biológicos, sino que resulta también, de los procesos de domesticación y diversificación por manejo humano. Sin embargo, no se cuentan con esfuerzos sistemáticos para dar seguimiento a los cambios que han ocurrido en el pasado —y continúan en el presente— en la diversidad a cargo de los pequeños agricultores del país, en su mayor parte indígenas y campesinos, en el contexto de sus campos, solares, huertas y plantaciones. En contraposición a estas fuentes de diversificación, hay un consenso en cuanto a que la diversidad genética de estos recursos ha disminuido y la tendencia sugiere que seguirá disminuyendo. Algunas razones son los cambios demográficos y culturales en las poblaciones rurales y urbanas y el tipo de políticas de apoyo al sector rural.

## 2.6 La importancia de la conservación de la biodiversidad

A nivel mundial se reconocen taxonómicamente cerca de 2 millones de especies, aunque los estimados sobre el número de especies que existen en el planeta va desde 5 hasta 100 millones, esto muestra que el conocimiento que se tiene sobre la biodiversidad es pobre. La presión de las actividades humanas provoca que la tasa estimada de extinción de especies sea tan acelerada que para el año 2050 se habrán extinguido la mitad de las especies del planeta, muchas de ellas anónimas para la ciencia.

Sin afán de exagerar esta realidad, es difícil estimar la pérdida actual y futura de la biodiversidad a nivel global y a nivel nacional, por ejemplo, se estima que se ha perdido cerca del 60% de las selvas húmedas tropicales del planeta, en tanto que 25% de los mamíferos y 11% de las aves están amenazados (Mittermeier y Goettsch, 1997).

El número de especies descritas en México o que cuentan con un nombre científico es de aproximadamente 70,000, considerando la información publicada, pero por otro lado, se estima que más de 200,000 especies pueden encontrarse en territorio mexicano (CONABIO, 1998), en la consideración que aún existen muchas zonas geográficas del país que aún no han sido estudiadas a profundidad, además de la investigación mínima que realiza con este fin, es probable que este número sea mayor.

El conjunto de presiones sobre la biodiversidad ha ocasionado lo que se conoce como la crisis de la biodiversidad, es decir, “*la pérdida cualitativa y cuantitativa de especies, y el descenso en la diversificación de genes en los ecosistemas*” (Espinosa y Llorente, 1996). Se calcula que hasta el momento, México ha perdido alrededor del 95% de sus bosques tropicales y más de la mitad de sus bosques templados. Las causas de esta pérdida han variado históricamente; sin embargo, es posible afirmar que la principal causa de pérdida de biodiversidad ha sido la deforestación para diversos fines (ganadero, agrícola, industrial, etc.); es decir, la destrucción y la fragmentación del hábitat. Para poder combatir con mayor éxito la pérdida y el deterioro de la biodiversidad, resulta de particular importancia conocer las causas estructurales que originan tal pérdida.

Una de las consecuencias más serias de la pérdida de la biodiversidad resulta evidente cuando se piensa en la forma en que las distintas sociedades y grupos acceden a estos servicios

ecosistémicos. Las personas que dependen directamente en ellos, como los agricultores de subsistencia y los productores rurales tradicionales, se enfrentan a las más importantes e inmediatas consecuencias.

En definitiva, la desaparición de los servicios ecosistémicos dependientes de la biodiversidad tendrá connotaciones sociales y económicas, pues acentuará la inequidad y la marginación de los sectores más vulnerables de la sociedad que tendrán un menor acceso a los materiales básicos para alcanzar una calidad de vida aceptable (Díaz *et al.*, 2006).

Como acción global de las naciones contra la pérdida de la biodiversidad, la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, conocida como “Cumbre de la Tierra”, dedicada a la promoción del desarrollo sustentable, establece tres objetivos principales:

1. La conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes, y la distribución justa y equitativa de los beneficios del uso de los recursos genéticos (CBD, 2001-2005).
2. El convenio contiene metas de gran alcance y aborda el tema fundamental del futuro de la humanidad, por lo que constituye un hito en el derecho internacional.
3. Reconoce, por primera vez, que la conservación de la diversidad biológica es una preocupación común para la humanidad y forma parte del proceso de desarrollo.

En este contexto, el artículo 13 hace referencia a la necesidad de incrementar el conocimiento general del significado de la biodiversidad a través de la educación formal e informal.

El capital natural de México representa un gran potencial para el desarrollo y la generación de beneficios para toda la población. A pesar este valor indiscutible las políticas de utilización de los recursos naturales no favorecen la conservación de ese capital ni su uso sustentable,

menos han influido para mejorar el bienestar social de quienes viven en y de ese capital natural, es decir la población rural y costera marginada del país.

Se tiene que entender que la diversidad biológica es parte inherente del país y que debería verse como un patrimonio que debe ser conocido adecuadamente para valorarlo, utilizarlo y conservarlo en beneficio de todos los mexicanos del presente y del futuro. El conocimiento de ese capital debe ser creado en nuestro país.

Con esto en mente, resalta la importancia de la alfabetización científica, en particular para fomentar el conocimiento básico de la biodiversidad, tanto a nivel informal como en todos los niveles y áreas educativos, la procuración de este conocimiento aproximará a cualquier persona a reconocer y darle la importancia necesaria a la conservación de la naturaleza, a procurar que cualquiera de las actividades humanas minimice impactos negativos en el ambiente, generando actitudes realmente sustentables para la existencia.

## **2.7. La enseñanza de la biodiversidad**

El proceso de formación de maestros de biología, es un reto a nivel pedagógico y biológico, ya que en el conocimiento del profesor se integra tanto el conocimiento académico como las concepciones del sujeto fundamentadas en sus experiencias e intereses. Desde la enseñanza no es suficiente que el docente posea dominio abundante de un conocimiento disciplinar, además requiere de un conocimiento pedagógico que le posibilite escoger y organizar los contenidos y del conocimiento didáctico, para transformarlos en relación con el contexto o los contextos en los que se quiere enseñar. Éstos, más otros elementos definirían al conocimiento profesional del docente.

Sin embargo, el conocimiento profesional del docente no es únicamente empírico, ni solamente teórico, se diferencia epistemológicamente porque media entre las teorías formalizadas, la acción profesional y los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Según Amórategui (2011), la organización del conocimiento profesional no obedece exclusivamente a la lógica disciplinar, ni a la acumulación de experiencias. Este conocimiento, se produce a partir de las relaciones entre los diferentes saberes (académicos,

experienciales, entre otros), que surgen de los problemas relevantes de la práctica profesional. En palabras de Porlán *et al.* (1997):

***“es un conocimiento sobre la integración y transformación de saberes en la perspectiva de formular determinado conocimiento escolar y sobre los procesos que facilitan su construcción”***

Así que el conocimiento profesional del profesor, según (Bromme, 1988; Grossman, 1990; Porlán *et al.*, 1996; Shulman, 1986; Valbuena, 2007); se constituye a partir de cuatro grandes componentes entre los cuales, fundamentalmente se diferencian: el conocimiento disciplinar específico, el contextual, el conocimiento didáctico del contenido y el conocimiento pedagógico-didáctico.

Valbuena (2007) apuntó que el conocimiento disciplinar específico contempla los contenidos concretos que se enseñan de una disciplina en particular y el conocimiento didáctico del contenido trata sobre cómo enseñar una disciplina determinada. Este dominio es el que realmente identifica al saber profesional y es el que genera un mayor impacto en las acciones de enseñanza en el aula de clase.

Pero como parte del conocimiento didáctico del contenido, varios autores plantean que un componente fundamental corresponde a las estrategias de enseñanza, siendo los más mencionados los trabajos prácticos, es decir, prácticas de laboratorio y prácticas de campo y se reportan que existe una diversidad de abordajes de las investigaciones y experiencias sobre trabajos prácticos en la enseñanza de la biología, desde instrumentalistas, hasta perspectivas pedagógicas en las que se problematiza este asunto como un recurso para la enseñanza (Valbuena, *et al* 2010; Bernal 2009 y Durán 2010).

La importancia de comprender que es la biodiversidad surge de la falta de comprensión de los estudiantes al referirse al concepto biodiversidad y las fallas en la aplicación de éste en la vida cotidiana.

La biodiversidad se ha convertido en un tema educativo desafiante, reforzado desde la reunión de Río de Janeiro de 1992 (van Weelie and Wals 2002; Gaston and Spicer 2004). Hoy en día, el valor y la vigencia de la importancia general de la biodiversidad es incuestionable

(Gaston and Spicer 2004) y que ya es un valor social mundial. Pero en el medio científico se considera que la biodiversidad es un constructo complejo que no está bien definido en los términos de las circunstancias educativas (van Weelie and Wals 2002).

Dicho constructo complejo y abstracto se transforma en pequeñas entidades que permiten contribuir a aprendizaje y comprensión de la biodiversidad en especial para los aprendices en las escuelas y también para el público en general. De estas entidades, las de uso más común son las especies, sobre todo cuando se enfatiza en situaciones de conservación; además de que se particulariza en aquellas especies carismáticas, por ejemplo los delfines (Barney et al. 2005), o los elefantes, o aquellas que se encuentran en algún nivel de protección como la vaquita marina o la mariposa monarca.

Sin embargo, el conocimiento básico sobre las especies de plantas y animales, su identificación y su historia de vida se han colocado como un aspecto fundamental para el aprendizaje y entendimiento de la Biodiversidad (Lindemann-Mathies 2002; Randler and Bogner 2002; Gaston and Spicer 2004; Randler et al. 2005) también como un marco de trabajo para el planteamiento de cuestionamientos ecológicas (Leather & Helden 2005).

De acuerdo con Wilson, (2002) la biodiversidad de organismos se ha estudiado a través de la historia de la humanidad, como resultado de la curiosidad innata del ser humano en reconocer su entorno. Sin embargo, los niveles de alteración de los ecosistemas y la contaminación son cada vez más altos; por esa razón se observa una alarmante reducción de la riqueza biológica del planeta. La formación natural de nuevas especies sucede a escalas de tiempo relativamente lentas, sin embargo, esta tasa de renovación de especies, no se mantiene al paso de la tasa de extinción actual; debido a que las especies y los hábitats que ocupan están sometidos a una fuerte presión antrópica.

La biodiversidad como un objeto de estudio, constituye una visión amplia acerca de la naturaleza que es importante al momento de enseñarla, para empezar puede encontrar obstáculos por la diferencia de conocimientos previos de los estudiantes y por su crianza ciudadana, así que los jóvenes “urbanistas” difícilmente reconocen formas vivas en tres dimensiones, puesto que la mayoría de los estudiantes han aprendido de imágenes impresas o de medios electrónicos audiovisuales.

En un contexto amplio, se ha sugerido que la alfabetización ambiental es una clave para la respuesta social a la crisis ambiental actual y que no es un tópico exclusivo de los programas formales de educación, sin embargo, este es el principal escenario para el arraigo de estos aprendizajes. La capacidad de reconocer a las especies animales es un tópico fundamental para la conservación, considerando que las especies son las unidades fundamentales de la biodiversidad (Randler, 2009). Sin embargo hay una preocupación creciente respecto a la poca capacidad de la población general para reconocer plantas y animales comunes (p. e. Bebbington 2005; Evans *et al.* 2006), por lo que se ha sugerido que el trabajo con organismos vivos es esencial para estimular la educación biológica (Lock 1994; Strgar 2007).

Con base en los resultados de Taraban *et al.* (2004), los estudiantes aprenden mejor cuando se exponen a materiales vivientes, registraron también que son más capaces de acomodar, agrupar y describir a los organismos vivos, más cuando ellos mismos los colectan; es vital que el trabajo de campo y las experiencias de laboratorio que incluyan modelos vivos preservados se incorporen en las actividades de aprendizaje en los salones de la clase de biología a todos los niveles de estudio.

Por eso destaca la incorporación de actividades no magistrocéntricas en las estrategias de enseñanza-aprendizaje; por ejemplo, en relación a las actividades prácticas, Alarcón y Piñeros (1989) opinaron que las visitas al campo son uno de los instrumentos didácticos al que recurren los docentes como un recurso motivador, con la pretensión de que el alumno observe, toque, huela, asimile, correlacione, reconozca, aplique y vivencie los temas tratados en clase; esta experiencia vivencial provoca que el estudiante genere un aprendizaje significativo en relación con el tema de estudio. De ahí que para un tema que requiere por lo menos el reconocimiento de elementos naturales vivos como la biodiversidad, las experiencias que estimulan al aprendiz a conocer de primera mano a algunos de los entes con los que convive en su entorno, indudablemente contribuyen al logro de aprendizajes significativos.

De acuerdo con Pedrinaci *et al.* (1994), aprender biología directamente de los protagonistas, que son las especies de organismos, ya sea en el campo o a partir de ejemplares preparados científicamente o incluso en cautiverio, bajo condiciones humanitarias, permite observar los fenómenos naturales directamente, aplicando y comprobando los conceptos trabajados en el

aula a partir de elementos de la realidad; aprender biología de esta manera genera actitudes, procedimientos y conceptos biológicos y ecológicos que facilita su comprensión e interpretación.

Del Carmen (2000) afirma que las experiencias directas son uno de los recursos pedagógicos más reales, concretos y sensibles, que relacionan la teoría con sus vivencias, ya que el alumno distingue y evalúa con más claridad acerca de una diversidad de cosas y de su significado social, amplía sus intereses y aumenta la calidad de sus recursos debido a las experiencias que le proporcionan estas vivencias.

También Dourado (2006), indica que los objetivos de aprendizaje que intentan las prácticas de campo son similares a los que pretenden las actividades de laboratorio. En las que el estudiante también se confronta directamente con el objeto de estudio, así pueden surgir objetivos centrados en aspectos particulares, como la recolección de materiales y la utilización de instrumentos científicos típicos de campo. Por lo tanto, la integración de trabajos de laboratorios y prácticas de campo guían al estudiante hacia una mejor comprensión a temas específicos del entorno, además al implementar las estrategias de trabajo de laboratorio y prácticas de campo, se posibilita que el estudiante amplíe su conocimiento y mejore sus habilidades en campo.

Por otra parte, según Valbuena y Castro (2007), el trabajo de campo es muy significativo en el aprendizaje de la biología. Numerosas estrategias didácticas basadas en el trabajo de campo involucran la exploración de entornos naturales fuera de la ciudad, en el escenario de la investigación, el enfrentar a los estudiantes con entornos naturales a veces constituyen sus primeros viajes fuera del medio ciudadano.

Según Puentes (2008), el trabajo de campo permite centrar objetivos para el desarrollo de habilidades, basándose en el seguimiento de protocolos, la manipulación de técnicas, métodos y materiales como diferentes niveles de habilidad, situándolos en un contexto o para la solución de problemas específicos, con el fin de que el estudiante les encuentre un sentido y aprenda cuando y en donde emplearlas.

En cuanto a la enseñanza por cambio conceptual, el trabajo práctico permite diagnosticar las concepciones del alumnado y crear oportunidades para promover el cambio conceptual,

mediante la creación de un conflicto cognitivo y un cambio conceptual posterior. En éste sentido, en la enseñanza que incluye actividades de investigación, el trabajo práctico desencadena con la vivencia procesos de racionalidad entre la instancia lógica y la instancia empírica, partiendo de la vida cotidiana del alumnado.

## **2.8 Enseñanza Basada en Modelos**

La ciencia es una construcción humana que a lo largo del tiempo ha ido evolucionando aunque no linealmente, sin embargo, se enseña como si fuera lineal. Con ella se quiere explicar fenómenos cotidianos y la que se enseña explica fenómenos seleccionados y acotados y muchas veces no cotidianos. Se fundamenta en teorías, pero se enseña como si fuera teórica, como si todos los fenómenos sólo se pudieran explicar de una sola manera, invariable en el tiempo (Sanmartí, Neus s/f).

La estrategia de enseñanza basada en modelos se fundamenta en la concepción de los mismos como el núcleo central del conocimiento científico y a la modelización, como el principal proceso para construir y utilizar ese conocimiento (Felipe *et al.*, 2005).

El uso extensivo de modelos en la enseñanza de las ciencias de manera pasiva (sin analizar su papel, naturaleza simbólica, limitaciones y fortalezas), conduce al estudiante a la percepción de los modelos como meras descripciones y a una comprensión ingenua del papel de estos modelos en ciencia; por otro lado, la utilización activa de los modelos puede contribuir a la percepción de los mismos como interpretativos y herramientas de predicción (Felipe *et al.*, 2005).

Los modelos, al utilizarlos para explicar ciertos temas, inducen a que los alumnos: presenten la información con su correspondiente justificación empírica o teórica, discutan con fundamentos, trabajen colaborativamente, presenten argumentos basados en la evidencia teórica o empírica, respeten el origen de la información, eviten emitir juicios valorativos con fundamentos subjetivos, mantengan una actitud de curiosidad e indagación, juzguen las producciones propias y de otros con criterios considerados objetivos.

Hay que poner énfasis más en la formación integral del profesor en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Los modelos y el proceso de modelización, utilizados activamente por los alumnos, pueden contribuir eficazmente con ese propósito (Felipe, *et al.*, 2005).

Justi (2006), elaboró argumentos que justifican el papel que los modelos deben desempeñar en la enseñanza de ciencias, con la finalidad de:

- *Aprender ciencia*, los alumnos deben tener conocimientos sobre la naturaleza, ámbito de aplicación y limitaciones de los principales modelos científicos.

- *Aprender sobre ciencias*, los alumnos deben comprender adecuadamente la naturaleza de los modelos y ser capaces de evaluar el papel de los mismos en el desarrollo y difusión de los resultados de la indagación científica.

- *Aprender a hacer ciencia*, los alumnos deben ser capaces de crear, expresar y comprobar sus propios modelos.

En la enseñanza de ciencias, el utilizar los modelos para explicar tiene muy claro el contenido del currículo, el papel del profesor, los entornos sociales y naturales en los que se desenvuelven los alumnos, así como las metas que el docente debe llevar al planificar las actividades de enseñanza. El interés radica en los contenidos conceptuales, la comprensión de estos, y los modelos que dan sentido a los conceptos, para que al final el alumno pueda interpretar las diferencias y similitudes entre varios modelos (Monroy, 2009b).

En la enseñanza de ciencias, el modelo no tiene que presentárseles a los alumnos para ser utilizado como un algoritmo. Más bien, lo que se espera es que, a medida que los alumnos se vean inmersos en actividades planificadas bajo esta perspectiva, desarrollen también una forma de pensar que incluya por lo menos los principales elementos del modelo y que pueda ser utilizada en otras situaciones, relacionadas o no con las ciencias; esto además de aprender acerca de él, en otras palabras, aprender del modelo que el profesor pretende enseñar a partir de sus propias ideas (Justi, 2006).

La meta de la educación científica debe ser que el alumno conozca la existencia de diversos modelos en la interpretación y comprensión de la naturaleza y que la explicitación y

contrastación de esos modelos le ayudará tanto a comprender los fenómenos como también a la naturaleza del conocimiento necesario para interpretarlos (Pozo y Gómez, 1998).

Ya se mencionó que los modelos se pueden utilizar en dos momentos, cuando se construyen y cuando se utilizan. Cuando construimos un modelo, creamos un tipo de estructura representativa, desarrollamos una forma científica de pensar. Por otro lado cuando utilizamos un modelo, aprendemos sobre la situación representada por el mismo; la construcción de modelos es una actividad con mucho potencial para implicar a los alumnos en hacer ciencia, pensar sobre ciencia y desarrollar pensamiento científico y crítico, en otras palabras deja de ser texto para transformarse en una actividad (Justi, 2006).

A través de los modelos materiales se concretan ideas, se toman decisiones sobre los materiales (texturas, colores, formas y tamaños), se discuten aspectos espaciales, se plantean y se responden de manera diferente (Muñoz, 2010).

Las ventajas de usar un modelo natural, como los insectos, tanto en vivo como en un modo de preservación científica, integrándolo a estrategias de enseñanza en el aula, permitirá a los estudiantes conocer las características de especímenes, tal como se presentan en la naturaleza, con sus relaciones estructurales reales, además de que los alumnos de un hábitat citadino reconocerán a organismos que poco toman en cuenta y que son un ejemplo de la diversidad de especies en la naturaleza.

## **2.9 Modos de pensamiento**

Existen modos de pensamiento que se distinguen entre sí, por sus formas de comprender la realidad. Los modos de pensar cubren distintos patrimonios: religiosos, filosóficos, científicos, políticos, éticos, estéticos y de sentido común. Estaría fuera de lugar sobrevalorar al pensamiento científico pero sin duda, en el contexto de esta investigación se debe realzar su importancia.

En la ciencia, asumir que el conocimiento ha finalizado es un arma que aniquila la capacidad de pensar. La actitud del docente con pensamiento científico inicia con la descripción de lo que se considera acabado o con lo incierto-inacabado, este punto de partida, no se realiza en el vacío, parte de la premisa que el conocimiento es dinámico, no es inamovible, rígido o

incuestionable; el pensamiento científico se encuentra en un cambio constante, la acción de pensar se desenvuelve en campos del lenguaje, la lógica y la conciencia. Pensar organiza-reorganiza-desorganiza y crea-recrea-deshace lo pensado: este es el paradigma cotidiano del pensamiento científico (Morin, 2006).

Pero en el mundo globalizado y de amplia comunicación, el de “la era del conocimiento”, es sencillo identificar que segmentos numerosos de la población humana se encuentran “hallazgos” de pseudo-ciencias, que con base en charlatanerías crean “verdades”, carentes de sustento científico, pero tergiversadas de tales modos que sirven como propaganda comercial, política o religiosa.

Esta paradoja, el contraste entre la era del conocimiento y el analfabetismo científico, muestra la incapacidad de una parte de la población de diferenciar entre el conocimiento científico y la charlatanería, debido a que no se reconoce la potencialidad de la ciencia, sus riesgos y límites.

***“La educación científica debe privilegiar las enseñanzas que propicien modos de pensamiento dotados de validez y aplicación general: modos de pensamiento científico; tales enseñanzas deben procurar que, quienes son formados, se apropien de esos modos de pensar de forma reflexiva y crítica. Es un contrasentido enseñar el modo de pensar científico de forma dogmática”***

**(Bourdieu 1989).**

La reflexión anterior se relacionaría con la emisión de juicios epistemológicos, estéticos, éticos y políticos sobre la enseñanza ofrecida.

También es necesario evitar privilegiar la unicidad de un solo método para generar conocimientos científicos, como hasta ahora se concibe al método científico experimental; con más frecuencia se reconoce que cada disciplina del saber humano contribuye a enriquecer el modo de pensar científico: no basta enseñar contenidos de la ciencia con algún tipo preponderante de actitud docente (propedéutica, pragmática, seductora), es indispensable establecer cómo estas actitudes en conjunto contribuyen a generar modos de pensamiento científico, esto es lo que se reconoce como ciencia auto-generadora.

Entonces, los modos de enseñanza de cada disciplina o ciencia se valorará en función de la ayuda que brinde para engendrar modos de pensamiento específicos y no sólo por la actitud

(ya sea propedéutica, funcional o seductora) en la que el docente establezca su intervención en el aula.

Para que la enseñanza de las ciencias sea autogeneradora de pensamiento científico, Bourdieu (1989) ha señalado la importancia de enseñar técnicas, exigidas por todas las formas de enseñanza científica, pero que raramente son mostradas-ejercidas metódicamente; se requiere garantizar que todos los estudiantes se apropien de la tecnología del trabajo intelectual e inculcarles métodos racionales de trabajo (Bourdieu, 1989: 97).

## II

### **Propuesta metodológica y validación de la estrategia didáctica.**

#### **1. Criterios para la enseñanza del contenido “biodiversidad”**

En el marco curricular del plan de estudios del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, considerando su propuesta educativa, pedagógica y didáctica, la selección y organización de contenidos cobra importancia fundamental.

Esta tarea requiere niveles de reflexión y de trabajo involucrando el aporte desde las diferentes perspectivas relacionadas, fundamentalmente con la lógica de las disciplinas biológicas, siendo el primer criterio a considerar la promoción de una alfabetización científica y tecnológica, y también de las conductas y las actitudes que contribuyan a una mejor calidad de vida del estudiante, basada en la relación que mantiene con la naturaleza (Jiménez y Sanmartí, 1997).

Aparte de todas las actividades y funciones de los profesores en la escuela, otra de sus funciones sustanciales es tomar decisiones respecto a las maneras y procedimientos de interpretar y ejecutar el currículo oficial, desde sus variados contextos de referencia a la realidad del aula como el escenario verdadero donde se logra el aprendizaje.

Como segundo criterio se reflexionó sobre el siguiente aspecto, para los docentes de biología, se agrega la necesidad de decidir el enfoque que guiará la selección, organización y desarrollo de las propuestas didácticas. Por ejemplo, numerosos docentes mencionan la necesidad de fomentar una cultura biológica y ecológica, pero en sus clases los conocimientos que se medían eran solamente a un nivel declarativo o con visiones estáticas (Bermúdez y de Longhi, 2012).

Otro criterio se consideró refiriendo la estructura lógica de la biología implica considerar sus aspectos semánticos, revisados en hechos, conceptos, principios, modelos, teorías y los aspectos sintácticos que tratan los procesos, las técnicas y las metodologías. La finalidad de esta tarea es distinguir lo fundamental de lo accesorio, los conceptos estructurantes

(Gagliardi, 1986) y los niveles de complejidad de los contenidos, que acordes al nivel de enseñanza procuran el logro de aprendizajes efectivos y duraderos.

Para proceder a la enseñanza de la biodiversidad es necesario partir de describir los aspectos teóricos y semánticos que están alrededor de este concepto y que surgen desde la ecología. Un primer paso consiste en reconocer la totalidad de los componentes jerárquicos de la biodiversidad.

Hamilton (2005), apunta que han existido dos aproximaciones para el estudio de la biodiversidad que incorporan como variables a la riqueza de especies y a la abundancia relativa de las mismas, agrupadas en el nivel de organización de comunidad, al grado que de estas aproximaciones han utilizado índices matemáticos ampliamente conocidos como 'índices de diversidad' (Simpson, Shannon, Margalef, etc.); y por otro lado, el uso algoritmos matemáticos que modelan procesos ecológicos teóricos, como la repartición de recursos, que se comparan relativamente con los patrones de abundancia de especies, estos modelos se conocen como el de "barra fraccionada", la serie geométrica, logarítmica y log-normal. Ambos grupos de índices han surgido del análisis ecológico de las comunidades desde mediados del siglo pasado y se han incorporado como herramientas de análisis de la biodiversidad. Este enfoque rebasa los logros de aprendizaje que marcan los objetivos del curso de Biología II del CCH, en el que predomina una pauta informativa y propedéutica. Esta aproximación es útil para definir el alcance y profundidad de los saberes que se impartieron con esta estrategia.

Otro componente de la biodiversidad se comprendería a un nivel molecular, porque para conocer la variedad genética se pueden analizar directamente los cambios en la estructura del ADN, o indirectamente analizando las secuencias de aminoácidos de las proteínas que codifican genes específicos. Con estos datos moleculares pueden determinarse, por ejemplo, el nivel promedio de heterocigosidad, la proporción de loci polimórficos y el total o el promedio del número de alelos por locus (Mallet, 1996).

La diversidad genética puede analizarse también a través de aproximaciones cuantitativas, relativas a las características morfológicas, con un valor adaptativo más directo, como lo es la diversidad fenética o diversidad de fenotipos (Moreno, 2001). Al tiempo actual la variedad

de metodologías en las ciencias genómicas apoyan estas diferenciaciones genéticas; por supuesto que en esta experiencia docente esta aproximación se ha intervenido más con lecturas y análisis de casos, abonando a incrementar la cultura biológica de los estudiantes.

Otra aproximación es el análisis de la diversidad funcional. Por función ecológica se entiende al grado de participación de una especie en los procesos que sustentan a una comunidad o un ecosistema; la definición de la “función” estriba en la importancia de la actividad de la especie; de aquí han surgido otros conceptos como las “especies clave”, “ingenieros ecológicos”, “especies reguladoras”, en las que recae, a diferentes niveles, el mantenimiento en el espacio y en el tiempo de una comunidad o un ecosistema. En la colectividad de especies, la diversidad funcional puede analizarse a través de los atributos de los grupos de especies como los gremios y los ensamblajes.

De las relaciones de transferencia de energía en las mallas tróficas, una aproximación simple es el número de grupos funcionales, por ejemplo productores primarios, consumidores, degradadores (Hooper *et al.*, 2002; Petchey y Gaston, 2006). También este nivel de logro sobrepasa las metas del programa de Biología II, sin embargo, los contenidos previos al estudio de biodiversidad se relacionan directamente como un fundamento para comprender la importancia y valores de la misma; en este sentido, esta aproximación se enuncia en un nivel apropiado al Bachillerato para que los estudiantes se introduzcan al tema.

Se propone para la enseñanza de la biodiversidad una transposición holística, considerando que el concepto u “objeto de saber” no es el punto de partida sino el de llegada, esto es que a través de una secuencia de actividades expresadas como “instrumentos de enseñanza” se recuperan los modelos intuitivos de los alumnos (Bérmudez y De Longhi, 2012).

Para alcanzar este logro y guiarlos hacia la aprehensión de saberes significativos o sabios (Chevallard, 1991) es indispensable considerar a los factores y los contextos que influyen en la enseñanza del contenido biodiversidad. Se considera que es posible diferenciar que los estudiantes más allegados a zonas con desarrollo de actividades estrechamente ligadas a los recursos ambientales como áreas semi-urbanas y rurales demuestran creencias, ideas, y preconceptos con una connotación diferente a las que pueden argumentar los estudiantes ciudadanos, además en estas zonas existe un conocimiento tradicional acerca de los usos y

prácticas con plantas y animales, relacionadas a prácticas tradicionales como el curanderismo y en particular la herbolaria (Martínez y Planchuela, 2003; Martínez, 2007). Estos saberes también fueron ser considerados en las situaciones didácticas.

Por ejemplo, las clasificaciones populares sobre las medicinas naturales podrían servir para reconocer los servicios ecosistémicos; sin embargo, en el contexto de crecimiento y desarrollo más urbano de los niños en las urbanizaciones, no pueden obviarse los efectos de una ‘amnesia generacional’ (Pyle, 1993), que surge por la ausencia de significación entre los elementos naturales y sus procesos con la vida citadina cotidiana. En este sentido, la ‘extinción de la experiencia’ radica en la pérdida de oportunidades que los individuos jóvenes tienen de poder interactuar con la naturaleza (Pyle, 1993; Miller, 2005).

Otros elementos que se han referido como influyentes en el aprendizaje de los tópicos biológicos y ecológicos relacionados con la biodiversidad son el pensamiento mágico y catastrófico. El primero, descrito por Rhode (1996), retoma la antigua idea planteada desde los tiempos griegos sobre presupone la bondad y armonía de los elementos de la naturaleza por el mero hecho de ser ‘naturales’, que es posible relacionar incluso que las estrategias mercadotécnicas del “regreso a lo natural” o hacia el consumo de “productos orgánicos”, esta preconcepción, poco reflexiva, induce a devaluar los procesos naturales y las explicaciones posibles sobre el uso de la tecnología para el manejo de recursos naturales renovables.

Los discursos de los medios de comunicación, la aparente verdad científica que se ofrece en redes sociales e internet, favorecen la creación de preconceptos que se reúnen con facilidad a la extinción de la experiencia natural referida en el párrafo anterior, de ahí que por eso se eligió presentar organismos, tanto in vivo en las instalaciones del plantel como trabajar con modelos de organismos presentados en colecciones científicas.

Como parte de esos discursos, incluso sustentados por grupos científicos, se ha fomentado también el pensamiento catastrófico, si bien presente desde las sociedades humanas antiguas, desde el siglo pasado se ha considerado como una forma de revisar las relaciones entre los humanos con el ambiente en general, en las últimas décadas se ha orientado a los temas ambientalistas del mundo, de ahí que en los discursos se plantean argumentos que fomentan

el miedo al efecto invernadero, a la destrucción de la capa de ozono, a los efectos de la lluvia ácida, a los diferentes tipos de contaminación, a la manipulación del genoma de los organismos, generando dosis de mayor temor cuando las perturbaciones, ya sean de carácter natural o producidas por las actividades humanas, se manifiestan en presiones ambientales devastadoras que culminan con la transformación de hábitats, la extinción de organismos, la desertización y la pérdida de lo “natural”, esta idea se transforma en un destino inevitablemente a la extinción (Chapin, *et al*, 2003; Miller, 2005). Por esto, se agregaron preguntas directas a los alumnos para que estos, mediante un ejercicio reflexivo, establecieran juicios de valor sobre los insectos y su importancia.

Con estas aproximaciones en mente, se consideraron los propósitos generales marcados en el programa de Biología II del CCH, que refieren al interpretación por parte del alumno de la evolución como un proceso que demuestra el cambio de en el tiempo y cuyo resultado actual es la diversidad de los seres vivos, a un nivel que incremente su cultura básica en este campo y en el aprendizaje de la biología con una visión integral de la vida.

El enfoque didáctico de la materia en el CCH es dotar a los alumnos de habilidades y actitudes, que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con autonomía, promoviendo en ellos el pensamiento flexible que les permita percibir que los conocimientos están en un proceso de construcción y reconstrucción permanente, en el que las teorías se van enriqueciendo o pueden ser desplazadas por otras.

Campanario (1999), menciona que uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico. En consecuencia, es útil partir de la metáfora del científico novel (un científico novel se integra en un grupo de investigación y empieza a desarrollar pequeñas investigaciones en las que replica los trabajos previos en un área determinada y aborda problemas en los que sus supervisores son expertos). De este planteamiento se desprende la conveniencia y aun la necesidad de planear el aprendizaje de las ciencias como una investigación dirigida de situaciones problemáticas de interés.

Con base en la información expuesta, el interés de esta investigación se orientó a responder si los insectos como modelo de aprendizaje fueron útiles para que los estudiantes de Biología II del CCH Azcapotzalco aprendieran el tema Biodiversidad.

El objetivo general de este trabajo fue:

Diseñar y aplicar una estrategia alternativa apoyada en el grupo de los insectos para la enseñanza del tema de Biodiversidad del programa de Biología II del CCH.

Los objetivos particulares de dicha estrategia fueron:

1. Que el alumno conozca y comprenda el concepto de biodiversidad.
2. Que el alumno distinga la biodiversidad al nivel de especies.
3. Que el alumno reconozca la importancia de la biodiversidad
4. Que el alumno observe y aprecie la biodiversidad que le rodea.
5. Que el alumno valore la importancia de la conservación de la biodiversidad.

Hay diversos métodos de enseñanza y cada uno de ellos puede ser bueno dependiendo de las circunstancias. Las estrategias educativas deben ajustarse al nivel académico o educativo del alumno. Algunos métodos pueden resultar improductivos si no se aplican en la etapa cognoscitiva adecuada (Jaramillo, 1995).

Con base en lo anterior, en este trabajo, la estrategia de enseñanza-aprendizaje que se aplicó, incluyó diferentes recursos didácticos, como conferencias magistrales, lecturas guiadas, la interacción con organismos preservados en una colección entomológica científica y actividades ex situ en el propio plantel, realizando recolectas de insectos como experiencias de trabajo de campo. Que integralmente intentaron que los estudiantes comprendieran el concepto de biodiversidad en dos de los tres niveles, el de especie y el de comunidad; con esto también se procuró estimular la esfera afectiva al apoyarlos a reconocer y sentirse parte de su entorno, interactuando con la naturaleza y comprendiendo el papel que la especie humana juega en ella. Cuello (2003), menciona lo siguiente: ¿Cómo enseñar la biodiversidad? enseñar la biodiversidad es:

*“hacer comprender en qué consiste y no pretender explicar cómo es”.*

Uno de los objetivos del plan de estudios del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, apunta a crear actitudes, valores y sentimientos de respeto hacia la naturaleza, contribuyendo a formar seres humanos conscientes de la problemática de su sociedad y su entorno natural; si bien, de manera tradicional se incorporan instrumentos didácticos audiovisuales, este trabajo fue una alternativa pedagógica para aproximar a los individuos-estudiantes a la naturaleza utilizando todos los sentidos, especialmente aquellos que han sido desterrados de las aulas de clase: el tacto y el olfato.

## **2. PROCEDIMIENTOS**

El diseño y la implementación de esta estrategia se realizaron con la participación un grupo de estudiantes pertenecientes al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Azcapotzalco, que en ese momento cursaban la materia de Biología II.

El grupo atendido fue un grupo del turno matutino, de la materia de Biología II, que incluyó a alumnos con edades entre los 17 y 23 años de edad, jóvenes tranquilos, la mayoría realizó las tareas o actividades asignadas sin ningún problema, manifestaron las dudas que surgieron sobre el tema durante el tiempo que duró la aplicación de la estrategia, trabajaron tanto en equipo como de manera individual y de igual forma participaron durante el desarrollo de las sesiones. En general, siempre asistieron a clase (93%, de asistencia en promedio/sesión), realizando todas las actividades que se les pidieron; uno de ellos desertó al inicio de la aplicación de la estrategia por enfermedad, motivo por el cual varió el número de registros en el post-test.

La validación de esta estrategia se hizo considerando el nivel experto de dos profesores de carrera del Colegio, a quienes se les presentó la misma; de su evaluación, se tomaron sus observaciones, sugerencias y se hicieron las modificaciones correspondientes.

Este trabajo, se considera de tipo exploratorio (Stake, 1999), debido a que, para la enseñanza del tema biodiversidad, ésta sería una primera experiencia pedagógica utilizando a los insectos como modelo, en ese entendido, ésta es una nueva contribución con experiencias

dentro y fuera del aula para mediar el aprendizaje de la biodiversidad.

El trabajo se realizó mediante un diseño de tipo cuasi-experimental y bajo un esquema de pre-test-intervención-post-test; se considera un cuasi-experimento debido a que no se controlan variables como la inteligencia, las actitudes, los intereses, la personalidad, el promedio, los hábitos y métodos de estudio o la clase social, ni el entorno cultural, tampoco la selección de la muestra (Hernández et al., 2003), aunque se parte de considerar la presencia de equivalencia iniciales dentro del grupo como: los alumnos cursan la materia de Biología II, tendrán un promedio de edad similar, es indistinto si son mujeres u hombres y tienen la misma formación previa.

## **2.1. Instrumentos de recolección de datos.**

Estos sirven como herramientas para llevar a cabo la implementación de la estrategia y también para obtener la información pertinente para la evaluación del cumplimiento de los objetivos que persiguió este trabajo.

Esta estrategia se desarrolló en tres fases:

### **1. Diseño de la estrategia y elaboración de instrumentos**

El diseño de la estrategia se presenta mediante la planeación didáctica correspondientes (Anexo 1); este es un documento elaborado por la profesora, en el cual se toman las previsiones necesarias, en relación con la forma en que se van a enfocar y desenvolver los diversos elementos que se integran al desarrollar la práctica pedagógica en el aula (Molina, 2006).

Basados en lo que menciona Zunún (2014), se consideraron los cuatro elementos básicos de cualquier planeamiento didáctico: objetivos, contenidos, situaciones de aprendizaje y evaluación, bajo estos encabezados se asignan de manera organizada los elementos que describen las estrategias de enseñanza-aprendizaje y las técnicas y materiales didácticos empleados para lograr el aprendizaje efectivo.

Se procuró que los elementos considerados en la planeación didáctica se correlacionaran con

claridad, de tal forma que los contenidos temáticos se relacionaron al nivel de profundidad de aprendizaje descrito en los objetivos del curso y de la unidad, asociándolos a los materiales empleados, y siguiendo una secuencia ordenada y lógica en la estructura pedagógica de la clase.

En la planeación didáctica se describe por sesión la implementación de la estrategia (Anexo 1), estos documentos fueron la guía docente durante la intervención en el aula, de la materia Biología II, Unidad 1, **Tema III. La diversidad de los sistemas vivos**, que considera los siguientes temas:

- Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad.
- Aportaciones de la sistemática al conocimiento de la biodiversidad.
- Características generales de los cinco reinos y de los tres dominios.

Debe quedar explícito que la intervención se enfatizó en el primer tema “Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad”, de seis horas de clase, repartidas en tres sesiones; este tema consideró como antecedente Consecuencias de la evolución: Adaptación, extinción, diversidad de especies, ubicado en el Tema II de esta misma unidad.

## **2. Diagnóstico de conocimientos previos.**

De acuerdo al diseño pre-prueba-intervención-pos-prueba, inicialmente se aplicó un examen de papel y lápiz, con preguntas basadas en los contenidos temáticos (Anexo 2); la estructura del cuestionario constó de 13 preguntas de tipo abierto, la única restricción fue el tiempo se les dio a los estudiantes, 25 minutos para que escribieran sus respuestas.

Las preguntas 1 y 3 se plantearon para reconocer las preconcepciones de los estudiantes sobre la evolución del grupo; en la pregunta 2 solicitó a los estudiantes una definición de biodiversidad; las preguntas 4, 5 y 6 indagaron sobre su capacidad de observación y de conocimiento sobre los insectos, invitándolos a comparar los insectos que reconocen en su lugar de origen con otros que hubiesen observado en otros sitios visitados.

A partir de la pregunta 6, junto con la 7 y 8 se indagó sobre sus conocimientos previos acerca de la manera de identificar insectos, debe aclararse que estas preguntas no buscaban saberes entomológicos especializados, se consideró un conocimiento suficiente si identificaban las estructuras más reconocibles como cabeza, tórax, abdomen y los segmentos locomotores.

La pregunta 9 solicitó a los estudiantes su opinión sobre la importancia y el uso de los insectos; como un denominador común, en la educación del bachiller del CCH-UNAM se procura relacionar los aprendizajes con los hechos de su vida cotidiana, de ahí que con esta pregunta se indagara sobre las relaciones de los humanos con los insectos, los valores y usos de los mismos, para luego relacionarlos con el tema central de la unidad que es la biodiversidad; por esto, la pregunta 11 les solicitó una opinión sobre la relación de los insectos y la biodiversidad; en la 12 su consideración sobre la importancia de la biodiversidad y la pregunta 13 sobre un juicio de valor acerca de la importancia de la conservación de la biodiversidad.

En el siguiente documento (ANEXO 2), se presentan las respuestas correctas, las características de cada pregunta y la manera de analizar los resultados obtenidos. Es necesario indicar que las denominadas “respuestas correctas” funcionan como definiciones de trabajo, para establecer el nivel de profundidad y certidumbre de los conocimientos que se enseñan y que debieran ser aprendidos por los estudiantes, estas definiciones de trabajo se discriminaron a partir de la información presentada en libros de texto, artículos de difusión y la información vertida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Comisión Nacional para el estudio de la Biodiversidad (CONABIO) en la página CONABIO: Biodiversidad mexicana. <http://www.biodiversidad.gob.mx>.

En este momento de la intervención, este cuestionario sirvió como un instrumento de evaluación diagnóstica, como se comentó, el nivel de aprendizaje estuvo determinado por las definiciones de trabajo seleccionadas.

Las preguntas abiertas del cuestionario proporcionaron información amplia y variada, a partir de los propios escritos de los estudiantes; se prefirió este formato porque no restringe las posibilidades de respuesta de los entrevistados, además Hernández-Sampieri *et al.*, (2003),

sugieren que son más útiles cuando se desea que los encuestados profundicen sus respuestas o expliquen los motivos de un comportamiento o valoración.

Las preguntas abiertas se analizaron codificando las respuestas mediante el criterio modificado de la propuesta de Strauss y Corbin (1990); los códigos que fueron emergiendo de acuerdo a su ubicación en las respuestas individuales a cada pregunta permitieron la identificación de un conjunto de códigos generales redundantes (unidades de análisis), luego cuando se analizaron los elementos restantes de la respuesta, se identificaron otros códigos que complementaron a los códigos generales, formando categorías y sub-categorías; este procedimiento no intentó desmenuzar cada respuesta, porque en varios casos se procedió a agrupar términos que se interpretaron como sinónimos y ayudaron a construir el análisis de contenido para las respuestas del grupo a cada pregunta.

Este procedimiento, acota bien a la propuesta del análisis de contenido, que permite analizar cualquier comunicación de manera objetiva, sistemática y cuantitativa, que a su vez permite hacer inferencias confiables de la información respecto a su contexto (Berelson, 1971; Krippendorff, 1980; ambos citados por Hernández-Sampieri et al., 2003).

Este análisis se realiza codificando, este acto entendido como un proceso que traslada las características de un mensaje a unidades que permitan un análisis más o menos preciso; con la definición del universo del mensaje, las unidades de análisis y de éstas, sus categorías y subcategorías derivadas, es factible explicar las cualidades de la información a partir de la manera en la que se estructuró su emisión.

Para realizar la codificación se usaron hojas electrónicas tipo Excel, el universo fue cada pregunta, en la que se desglosó cada respuesta para identificar las unidades de análisis, categorías y subcategorías, este procedimiento permitió construir esquemas que modelaron el contenido de las respuestas de todo el grupo, este procedimiento se aplicó en los cuestionarios de pre-test y post-test, facilitando la comparación de las respuestas de los estudiantes, esto también contribuyó a evaluar de manera sumativa los aprendizajes logrados en el tema biodiversidad; es pertinente señalar que la muestra grupal en el pre-test fue de 21 estudiantes mientras que en el pos-test disminuyó la muestra a 20 estudiantes.

### **3. Fase de intervención docente**

#### **a) Intervención magistral**

Para contextualizar el concepto de biodiversidad tomando como ejemplo al grupo de los insectos, se diseñaron y presentaron diapositivas tipo power-point (Anexo 3), enfatizando sobre el concepto de Biodiversidad y los niveles que se reconocen de ésta.

#### **b) Lectura sobre el concepto de biodiversidad**

Esta lectura tuvo como objetivo introducir a los estudiantes a las diferentes definiciones que se usan en la actualidad sobre biodiversidad, estos aspectos iniciaron con una revisión sobre el origen y desarrollo del concepto; también se les presentó información sobre los esfuerzos de diferentes entidades nacionales e internacionales para su conservación, estos hechos se ejemplificaron con la información general sobre el “Convenio sobre Biodiversidad” de 1992. **(ANEXO 4).**

La lectura dividida en dos partes, se organizó de tal manera que indujera a los estudiantes mediante una pregunta detonadora, por ejemplo en la primera parte se inició la actividad con la pregunta: ¿Los organismos que observamos hoy son los mismos que en tiempos pasados? En ambas secciones la actividad se concluyó con la solución de cuestionamientos relacionados a la información presentada; con el fin de promover actividades de aprendizaje colaborativo, los estudiantes resolvieron los cuestionarios por equipos, esta organización ya estaba prevista desde el inicio del curso, facilitando la realización de esta actividad de aprendizaje.

#### **c) Práctica de campo. Biodiversidad de Insectos en el CCH Azcapotzalco (ANEXO 5)**

Esta actividad tuvo dos intenciones educativas; el primero, que los estudiantes reconocieran a la biodiversidad en su entorno cotidiano, enfatizado por su escuela; la segunda, reforzar los saberes conceptuales en torno a la biodiversidad, mediante la información presentada en la introducción de la práctica y como se puede ejemplificar, reconociéndola en un grupo diverso, tanto en formas, tamaños y riqueza de especies como los insectos.

Es destacable, que estas actividades aproximaron a los estudiantes a su entorno biológico más cercano, buscando que reconocieran la convivencia de los humanos con otros organismos en un hábitat artificial como la ciudad. Asimismo, los estudiantes fueron inducidos a los procesos metodológicos para la colecta y observación de los insectos como organismos modelo, la profesora modeló el conocimiento explicándoles la ejecución de las maneras más apropiadas para manipular las diferentes redes entomológicas, procurando que los estudiantes fuesen respetuosos y dieran trato humanitario a cada insecto. Se señala con toda claridad, que ningún organismo fue dañado cuando se colectó y se manipuló y todos fueron devueltos el sitio en el que fueron colectados.

Se solicitó a los estudiantes que realizaran una observación sobre la morfología general de los insectos, a partir de esquemas de los grupos más conocidos de éstos; para esta actividad, la profesora asistió y apoyó para resolver las dudas, tanto en la actividad en campo como en la sesión de laboratorio.

La segunda parte de esta actividad, consistió en reforzar la experiencia de aprendizaje in situ lograda en el trabajo fuera del aula, los estudiantes reconocieron a los grupos de insectos que observaron “*in vivo*” en las colecciones científicas elaboradas por la profesora, este material biológico fue revisado en su momento por la colección entomológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la UNAM.

La actividad de aprendizaje concluyó en la tercera sesión al aplicar el cuestionario post-test, se reitera que este instrumento tuvo las mismas características que el cuestionario pre-test, pero en este momento funcionó como un instrumento de evaluación sumativa.

### III

## **Informe de la intervención, sus resultados y valoración de la propuesta en su conjunto.**

### **1. Resultados y análisis**

El cuestionario sobre el tema biodiversidad e insectos, se aplicó al inicio de la intervención docente a una muestra de 21 alumnos; con la intención de evitar repeticiones de información, en esta sección se señalarán los conocimientos previos diagnosticados en el grupo muestra; en otra sección posterior se realizará una comparación más profunda entre la información extraída de los cuestionarios.

#### 1.1. Resultados PRE-TEST

La pregunta 1 tuvo la finalidad de detectar la afinidad de los estudiantes hacia el grupo de los insectos; las opiniones de los estudiantes demostraron un desagrado amplio hacia estos animales, 17 de los 21 estudiantes lo señalaron, acompañaron esta actitud con opiniones que usaron calificativos de miedo, asco, por ser vectores de enfermedades; de la minoría, su agrado se refirió a la forma y su función natural como polinizadores.

La pregunta 2 indagó sobre la capacidad de los estudiantes para diferenciar, algunos elementos ambientales básicos, entre su lugar de residencia con otros a los que hubiesen tenido posibilidad de visitar; la evidencia de las respuestas en este momento de la intervención, señaló que identifican las diferencias principalmente en el clima y en particular sobre la temperatura; algunos complementos indicaron términos generales más “biológicos” como fueron la presencia de vegetación, de fauna y tres estudiantes usaron el término “biodiversidad”; solamente un estudiante respondió que no había diferencias entre los sitios visitados y el lugar donde habita diariamente.

Considerando que el concepto de biodiversidad se modelaría con el grupo de los insectos, la siguiente pregunta les convidó a que rememorasen si habían observado insectos, solo dos estudiantes indicaron que no los habían visto; el resto explicó con base en expresiones ambiguas como “ya estaba en el lugar” o “existen en todos lados”, o como parte de la cultura familiar que les indicó su presencia; también los relacionaron a factores abióticos como el

clima, la humedad del ambiente y por su asociación con la vegetación.

Con relación a la pregunta anterior, la siguiente pregunta (4) solicitó que establecieran las diferencias entre las características de los insectos de su lugar de residencia respecto a los lugares visitados; los estudiantes indicaron tres opiniones generales: son diferentes (7 de 21), en proporciones similares escribieron que son parecidos (6 de 21) y que “algunos” son distintos (7 de 21), cuando explicitan estas opiniones mantuvieron que el clima es el elemento ambiental que produce esas diferencias, luego el tipo de vegetación; otros escribieron sobre las diferencias morfológicas más generales como el tamaño, el color o los sonidos que producen.

En la pregunta 5 se les solicitó que enunciarán si conocían las características morfológicas para distinguir a los insectos de otros organismos, en este diagnóstico 9 de 21 estudiantes indicaron que si conocían algunos de estos rasgos, escribiendo lo siguiente: “muchas patas” (5 de 9), forma (5 de 9), color (4 de 9), tamaño (3 de 9), esqueleto e invertebrados (1 de 9) cada una y clasificación; como se aprecia abundaron los términos poco precisos y sin conocimiento del tema; de los 20 términos usados solo 2 (5%) se relacionaron claramente a los insectos (esqueleto e invertebrados), en este momento la riqueza de términos apropiados sobre este grupo animal fue baja.

En la pregunta 6, se procuró ahondar en el reconocimiento de los diferentes insectos, vale la pena recordar que al no limitar la redacción de los estudiantes, ellos escribieron lo que consideraron; de forma tal que en las respuestas aparecieron 26 “denominaciones” de insectos, de las cuales 19 correspondieron a nombres comunes de grupos de insectos, en intervalos de 1 a 8 nombres mencionados, en un promedio de 2.82 nombres correctos por estudiante; de esta categoría, los más mencionados corresponden a insectos típicos de las zonas urbanas como moscas, mosquitos y grillos; de los términos incorrectos hubo un intervalo de 1 a 3 menciones, en un promedio de 1.71 nombres incorrectos, por estudiante, de esta categoría los grupos más nombrados fueron las arañas, alacranes y lombrices. Llama la atención que si bien no poseen conocimientos biológicos para diferenciar insectos, como se mostró en la pregunta 5, visualmente fueron capaces de reconocer diferentes grupos.

Cuando se les preguntó sobre la importancia de los insectos, 17 de 21 estudiantes reconocieron que los insectos son importantes, ya sea por su “diversidad”, porque son parte del equilibrio ecológico y añadieron funciones ecológicas más puntuales, como su participación en las cadenas alimenticias, por ser polinizadores y porque son vectores de enfermedades.

Sobre los usos de los insectos (pregunta 8), 12 estudiantes afirmaron que no conocían sobre algún uso; los restantes los relacionaron como alimento (9 de 21), como medicina (1 de 9) y para control de plagas (1 de 9).

En la pregunta 10 se pidió a los estudiantes su opinión sobre un posible cambio de los insectos en el tiempo; la mayoría (17) indicó que han cambiado porque “han evolucionado” (7 de 17) propiciando la formación de nuevas especies y por “extinción; otro subgrupo (10 estudiantes) escribieron que el cambio sucede por otros factores del ambiente como el clima, el hábitat o por cualidades inherentes a los organismos como su “estructura”, tamaño o resistencia.

La pregunta 11 ¿crees que todos los insectos pertenecientes a una misma especie (por ejemplo catarinas o mariquitas, chapulines, mariposas) son iguales?, intentó diagnosticar si los estudiantes tenían conocimientos sobre la variabilidad de los individuos en las poblaciones y cuáles eran estas características; los resultados mostraron que solo dos estudiantes asumieron que son iguales y solo presentan “pequeños cambios” y se “subdividen”; el resto del grupo respondió que no son iguales y las diferencias se observan en sus características morfológicas (6 de 19), por sus “habilidades” como volar o saltar (3 de 19), principalmente.

En cuanto a la importancia de la biodiversidad, pregunta 12, los alumnos respondieron que había una función ecológica (6 de 21) como por ejemplo cadenas tróficas o mantener un equilibrio; también mencionaron que la importancia de la biodiversidad radica en la conservación de la naturaleza y las especies (5 de 21) como por ejemplo el cuidado de las especies, de la naturaleza, preservar la vida; otra respuesta va, en relación a la cantidad y variedad de especies (5 de 21), mencionando, entre otras cosas, que las especies son diferentes y forman a los distintos ecosistemas, gracias a ella se conocen a una inmensidad

de especies en el planeta; otras respuestas que dieron, es que es importante porque es parte de la selección natural, por conocimiento de la misma o bien porque todo forma parte de ella.

En la pregunta 13, última pregunta del cuestionario ¿Consideras que es importante conservar la biodiversidad? ¿Por qué?, tres de los alumnos no contestaron, los otros 18 contestaron afirmativamente, entre las razones más sobresalientes que dan estos alumnos están: por su contribución a la naturaleza, al ecosistema y la existencia de las especies (6 de 18), para mantener un equilibrio y homeostasis (5 de 18), por su beneficio al humano (4 de 18), para conservación de las especies (3 de 18).



Figura 9. Alumnos resolviendo el pre-test.

## 1.2 Exposición magistral.

Esta fue la actividad “tradicional” de enseñanza, usando el material visual que se presenta en el ANEXO 3, ésta se utilizó para explicar a los alumnos como se fue forjando el concepto de biodiversidad, ya que en un principio no fue tan sencillo definirla, y como es que finalmente los investigadores llegan a un acuerdo para la definición y uso de este concepto. Finalmente se les pidió a los alumnos que trabajaran en equipo para realizar una actividad en la que plasmaron los conocimientos adquiridos sobre el tema con este instrumento de trabajo.

## 1.3. Lectura

La primera parte de la lectura se evaluó con un cuestionario, primero se trabajó en equipo y posteriormente se resolvió de manera grupal para ver si los alumnos coincidían en las respuestas, cabe señalar que las respuestas a las cinco primeras preguntas estaban basadas en

la lectura, por lo que las respuestas se podían encontrar en la misma; la pregunta 6 estuvo más dirigida a que los alumnos analizarán su respuesta de manera que pudieran relacionar temas vistos anteriormente (como evolución y evidencias de la evolución) con el tema de biodiversidad. Las respuestas que dieron fueron las siguientes (Cuadro 5):

**Cuadro 5. Resumen de las respuestas emitidas por los estudiantes a la lectura “¿Que es la biodiversidad?”**

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
1.- Desde el punto de vista de la biología comparada, ¿la biodiversidad es el resultado de?	Un proceso evolutivo que ha durado cientos de millones de años
2.- ¿Qué nos ayuda a explicar la diversidad de los seres vivos?	Las teorías de la evolución, en particular la teoría de la evolución por selección natural formulada por Charles Darwin, ayudan a explicar la diversidad de los seres vivos.
3.- ¿La biodiversidad que hoy se encuentra en la Tierra es el resultado de?	Cuatro mil millones de años de evolución.
4.- ¿En qué período aparecieron por primera vez los organismos multicelulares?	El Fanerozoico -últimos 540 millones de años- comienza con el rápido crecimiento durante la explosión cámbrica.
5.- ¿Por qué se considera que el evento de extinción holocénica es parte de una nueva extinción masiva?	Causado especialmente por el impacto que los humanos tienen en el desarrollo del ecosistema.
6.- ¿Crees que los organismos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si o No ¿Por qué?	*-No, se han cambiado para adaptarse a los ecosistemas y más que nada para sobrevivir. *-No, a lo largo del tiempo han sufrido cambios ocasionados por la modificación del medio donde se encuentran. *-No porque van cambiando en algún aspecto, van evolucionando. *-No, debido a que los organismos han tenido que adaptarse a los cambios que han sufrido los ambientes, esto resulta en los organismos cambiando. *-No porque han ido evolucionando a lo largo del tiempo y ha cambiado el entorno que los rodea.

En la segunda parte de la lectura se les pidió a los alumnos elaborar una línea de tiempo para observar cómo se fue estableciendo el concepto de biodiversidad y al final de la línea debían poner su propia definición de biodiversidad, las respuestas que dieron fueron las siguientes “*Organismos vivos de cualquier fuente*”, “*Todos los organismos de un ecosistema*”, “*Toda la variedad de vida*”, es importante señalar que solo tres equipos escribieron su definición en su trabajo, los otros dos equipos omitieron ésta, explicando que no tuvieron tiempo para terminar correctamente la actividad.

La tercera parte de la lectura sirvió para reforzar el aprendizaje de los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad, realizando una actividad muy sencilla, ANEXO 4, en la que los alumnos relacionaron las imágenes con los conceptos mencionados anteriormente. Una vez terminada la actividad por equipo, se pasó a la siguiente actividad, que consistió en resolver de manera grupal los ejercicios para ver si coincidían las respuestas en los diferentes equipos. Para las tres imágenes finales, se les pidió a los alumnos que las colorearan y en equipo discutieran que tipo de diversidad se representaba en cada una de ellas (diversidad de genes, de especies o de ecosistemas), de igual forma se resolvió posteriormente de manera grupal.



a)



b)



c)



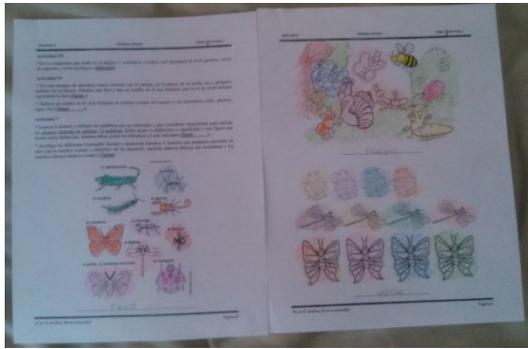
d)



e)



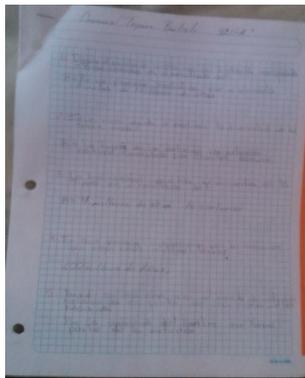
f)



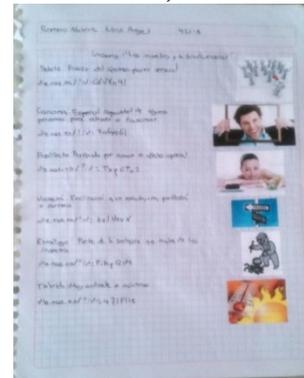
**g)**



**h)**



**i)**



**j)**

Figura 10. Alumnos resolviendo las actividades de la lectura “El concepto de biodiversidad”, a) Guía de lectura de la primera parte; b) imágenes de los tres niveles de biodiversidad correspondientes a la tercera parte de la lectura; c, d, e y f) ejemplos de líneas de tiempo elaboradas por los alumnos; g y h) Ejercicios de la tercera parte de la lectura de biodiversidad; i) guía de lectura y j) Glosario.

Como actividades complementarias se dejaron tareas a casa, esto con el fin de que los alumnos comprendieran el lenguaje utilizado y así facilitar, tanto las actividades que se realizaron como el aprendizaje sobre el tema de biodiversidad; una de las tareas que se les pidió a los alumnos fue que subrayaran las palabras que no entendieran o consideraran importantes para que elaboraran glosarios ilustrados. La otra tarea, fue investigar los diferentes biomas que hay en el mundo y mencionaran al menos cinco especies de insectos que se pudieran encontrar en cada uno de ellos. Al pedirles a los alumnos que realizaran las actividades en equipo se promovió el trabajo colaborativo en los estudiantes.

Para corroborar que los alumnos hubieran comprendido el tema, en los ejercicios que se incluyeron en la tercera parte de la lectura (“Los insectos y la biodiversidad”), se les cuestionó en ambos casos el por qué eligieron esa respuesta, los alumnos respondieron lo siguiente:

En el caso de las imágenes que representaban la diversidad genética (imágenes 2 y 3 de la tercera parte de la lectura), los alumnos explicaban que eran organismos de la misma especie, pero que eran diferentes en la forma en que se veían. Para el caso de las imágenes que representaban la diversidad de especies (1 y 6), los alumnos argumentaron que eran especies distintas mencionando algunos nombres como abejas, catrinas, o mariposas. Para las imágenes que representaban el nivel de ecosistemas (4 y 5) los alumnos argumentaban que veían “diferentes especies de insectos que estaban en un ambiente”.

En las tres imágenes finales que los alumnos colorearon, argumentaron que en la primera eran organismos pertenecientes a diferentes especies, en la segunda mencionaron que eran organismos de diferentes especies que estaban en un ambiente y que interactuaban entre ellos y en la tercer imagen señalaron que se podía tratar de diversidad de especies por que se mostraban catarinas, mariposas y “mosquitos” pero que también se podía hablar de diversidad genética porque colorearon cada insecto de diferente color. Un dato curioso, fue el que los alumnos detectaron en las imágenes de los ejercicios que no todos eran insectos y lo manifestaron durante la realización de las actividades.

La intención de que los alumnos realizaran los glosarios fue porque, desde el inicio de semestre, pocos alumnos preguntaban sobre las palabras que no entendían, otros prefirieron quedarse con la duda con tal de terminar rápido las actividades y la clase, no importando que no entendieran lo que leían o bien por pena y evitar quedar en ridículo con sus compañeros, al realizar esta actividad en casa y representar la palabra o el significado con una imagen los alumnos comprendieron mejor las lecturas y también se promovió que se adentraran en el lenguaje biológico. Esta actividad dio pauta al cierre de la estrategia, que fue la práctica de campo.

#### 1.4. Práctica de campo

Para realizar esta parte de la estrategia (ANEXO 5), se les repartieron a los alumnos las redes entomológicas, dos diferentes por equipo (Figura 11), posteriormente durante el desarrollo de la práctica, los equipos intercambiaron las redes para poder trabajar los tres tipos de redes. Los organismos que se recolectaron, si eran pequeños, se colocaban en un frasco para poder

observarlos, en el caso de las mariposas, el profesor las extrajo de las redes para mostrarla a los alumnos y se les explicaron las características que tenían, y se les preguntó a los estudiantes el nivel de biodiversidad que estaban observando.

EQUIPO	1	2	3	4	5
TIPO DE RED	Golpeo-Aérea	Golpeo-Bignell	Aérea-Bignell	Golpeo-Aérea	Golpeo-Bignell

Figura 11. Se muestra la forma en que se distribuyeron las redes en los equipos.

Entre los organismos observados por los alumnos estuvieron las chinches, que ellos llaman “brujitas” o “Willis” (género *Stenomacra*) y otras especies de chinches, larvas de mariposas (familia Pieridae, género *Phoebis*) y el adulto solamente se observó volando cerca de la planta hospedera, una mariposa de la familia Papilionidae (género *Pterorus*), moscas del género *Anastrepha* que se encontraron cerca del invernadero, chapulines, escarabajos (catarina o mariquitas) y hormigas.

### **1.5. Actitudes observadas en los estudiantes hacia el aprendizaje de la biodiversidad mediado por insectos en actividades *in situ* e *in vivo*.**

Con el fin de reconocer si los alumnos diferenciaron un insecto de otro organismo, algunos alumnos acudieron a una clase previa de la práctica de laboratorio en la que llevarón insectos, una alumna llevó larvas de escarabajo (catarinas). Una de estas larvas ya estaba en fase de pupa y emergió en escarabajo adulto a los ojos de los integrantes de ese equipo, los chicos se asombraron mucho al ver ese proceso y no podían creer que de “esa cosa” surgiera un escarabajo, de esa manera pudieron observar además de la diversidad la adaptación de los organismos al ambiente. Este proceso biológico sirvió como una forma de integrar los temas de evolución, adaptación y diversidad.

Al realizar la práctica de campo los estudiantes se vieron entusiasmados y con ganas de realizarla, se les prestaron tres tipos de redes entomológicas (aéreas, Bignel y de golpeo). Previamente se les instruyó de manera breve como utilizarlas. El trabajo se organizó por equipos, cuando comenzaron a utilizar las redes, algunos decían que pesaban, otros mencionaron que era muy difícil utilizarlas, debido a que no sabían si utilizar una o dos manos.

En el caso de la red aérea, los alumnos que se vieron atraídos por ella, persiguieron cualquier tipo de insecto volador. Para la red Bignell, golpearon los arbustos y al ver que no caían “bichos” grandes se decepcionaron, en el caso de la red de golpeo, que fue utilizada en las jardineras con el pasto crecido, lograban obtener semillas pero no se percataron de algunos insectos que recolectaron. Estas experiencias de aprendizaje “*in vivo*”, fueron asesoradas en todo momento, sobre todo para que aprendieran a observar a los insectos atrapados en las redes, además se propiciaron otras estrategias de observación científica, en las que se promovió que se pueden realizar actividades en la vegetación para registrar insectos sin necesidad de “molestarlos”, por ejemplo se observó como las larvas de las mariposas se alimentaron de las plantas sin necesidad de recolectarlas ni mover la planta, o bien como mudaron las larvas de las catarinas sin necesidad de moverlas.

Con la red aérea se logró capturar una mariposa (de la familia Papilionidae, demostrándoles el manejo de especímenes con respeto y trato humanitario por el profesor, quien la atrapó) mostrándoselas a los alumnos e indicándoles la anatomía corporal (antenas, cabeza, tórax, abdomen, apéndices, aparato bucal, alas con escamas) en un modelo vivo. Una vez que concluyó la actividad el espécimen se liberó sin daño, con las debidas precauciones.

En el invernadero se lograron capturar moscas de la fruta, algunas chinches “verdes” y escarabajos, se les explicó que algunos de esos organismos se alimentan de los frutos o savia de las plantas encontradas en el lugar.

En otras jardineras, se hizo la observación directa, los estudiantes encontraron chinches rojas, “brujitas”, “cojelones” o “wilis”, otras chinches verdes y chinches anaranjadas. Se dieron cuenta que alguna chinches, al agarrarlas, desprendían un olor a yodo que no era agradable, esto también se pudo ligar con adaptaciones de respuesta a posibles depredadores. Se encontraron también escarabajos, hormigas y larvas de mariposa (mariposa amarilla de las retamas), algunos alumnos tuvieron la curiosidad de ver la transformación de oruga-mariposa; solo una alumna logró obtener el adulto y me buscó para preguntar qué pasaba con su mariposa, porque había observado cambios, yo le explique que había pupado y no tenía que moverla más, para que se lograra el desarrollo del adulto. En cuanto emergió el adulto me llevó la mariposa para liberarla, ya que ella no se atrevió a tocarla.

Otro estudiante recolectó unos chapulines, que posiblemente acababan de emerger del huevo o de mudar ya que se veían transparentes y el alumno se refirió a ellos como “chapulines fantasma”, conforme pasó el día, los chapulines tomaron un color gris oscuro y se les hizo ver estos cambios a los estudiantes.

Todos los insectos fueron liberados, para hacer conciencia en los alumnos sobre la conservación de la biodiversidad y las consideraciones que debemos tener los humanos hacia otros seres vivos.

### 1.6. Comparación pre-test- pos-test

Para la pregunta uno, es claro que a los alumnos no les agradaron los insectos esto lo manifiestan en el pre-test, los alumnos exteriorizan su desagrado hacia estos organismos debido al miedo, asco, a su forma o a que son vectores de enfermedades; son pocos los que presentan una afinidad por los insectos (Figuras 12 y 13). Los alumnos a los que les agradan los insectos consideraron entre otras cosas que son bonitos y la función que tienen en el ecosistema.

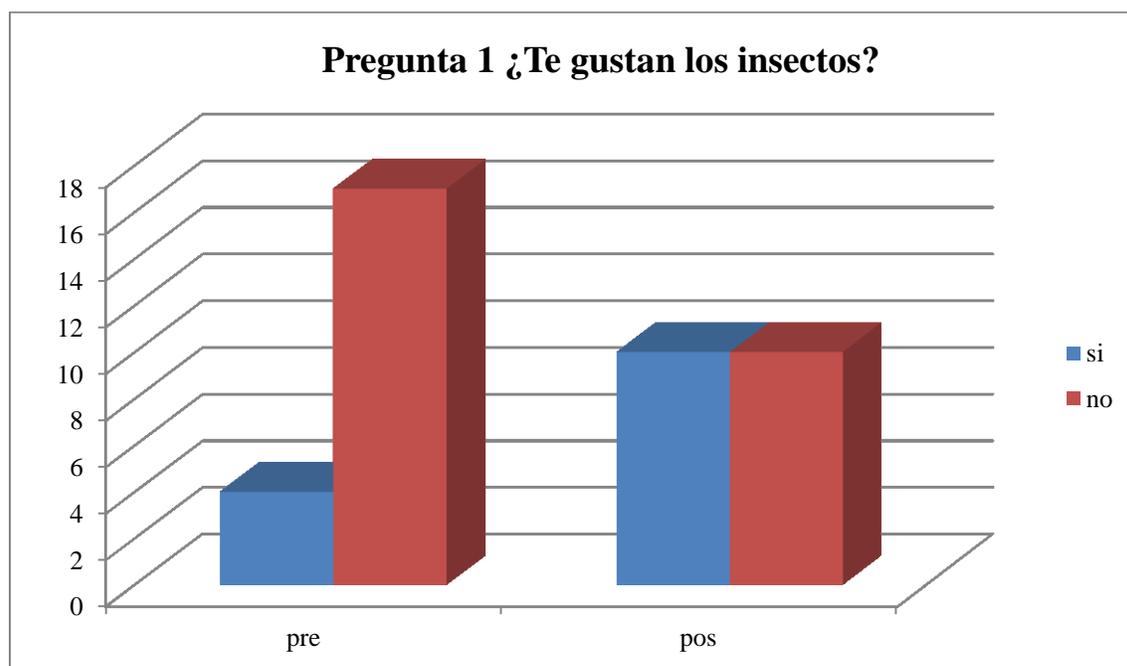


Figura 12. En la gráfica se puede observar que en el pre-test, a más del 50% de los alumnos no les agradan los insectos y en el post-test, aunque consideran que los insectos tienen alguna función en el ecosistema, no se observa un cambio significativo en el gusto por los insectos por parte de los alumnos.

Después de la aplicación de la estrategia no se ve una diferencia significativa para que les agraden los insectos, se sigue manifestando un desagrado hacia ellos, en algunos casos explicando que no les gustan porque no conocían su comportamiento o efecto para los humanos; pero se muestra un mayor interés considerando, de igual modo que en el pre-test, la función en el ecosistema, su comportamiento, la diversidad que presentan y su forma (Fig. 12).

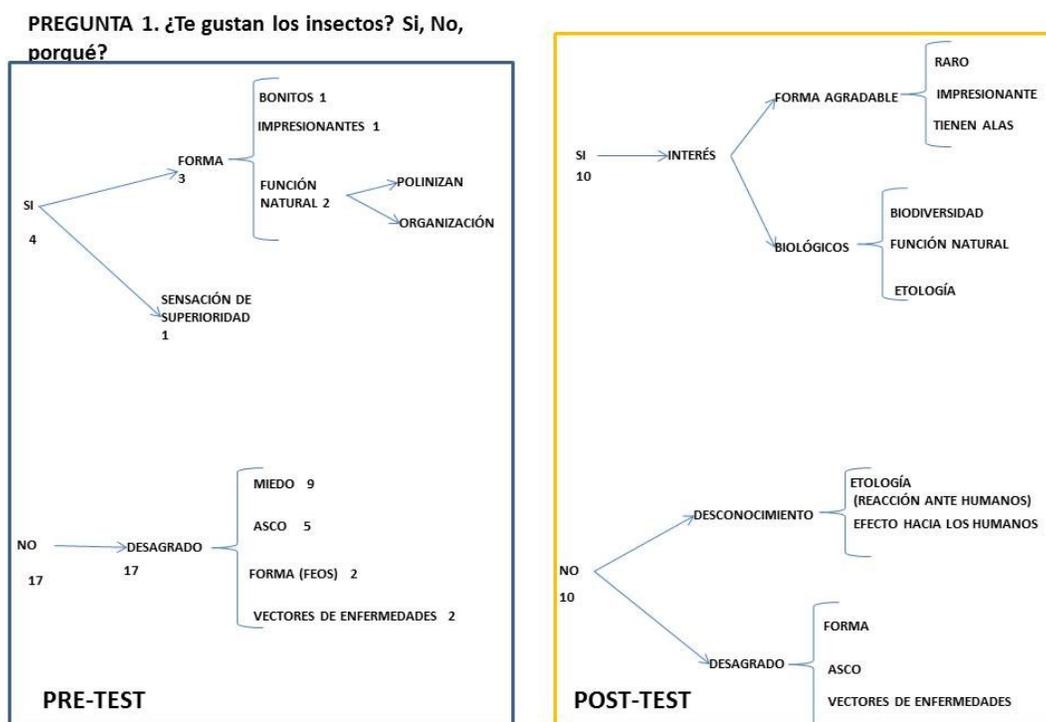


Figura 13. Comparación del discurso sobre la afinidad de los alumnos hacia los insectos objeto de estudio de este trabajo.

En la pregunta 2, tanto en el pre-test como en el post-test, es claro que todos los alumnos han viajado a otros lugares y conocen zonas distintas, la mayoría ha ido a la playa y unos cuantos a un bosque; lo relevante en estas respuestas es que la principal diferencia que observaron en los lugares es en cuanto al clima, la segunda característica que contrastaron fue la vegetación y por último la fauna. Esto indica que el sentido de observación tiene que ser perfeccionado aún y que los alumnos ven las cosas de manera aislada y no consideran estos tres aspectos integrados, esto se logró después de la intervención didáctica y se pudo observar en las respuestas a las siguientes preguntas en el post-test (Fig. 14).

**PREGUNTA 2. ¿Has viajado a un lugar distinto al lugar donde vives (la playa, el campo, otro estado, un parque, etc.)? Sí o No ¿Cómo era? ¿Es diferente al lugar donde vives? Explica**

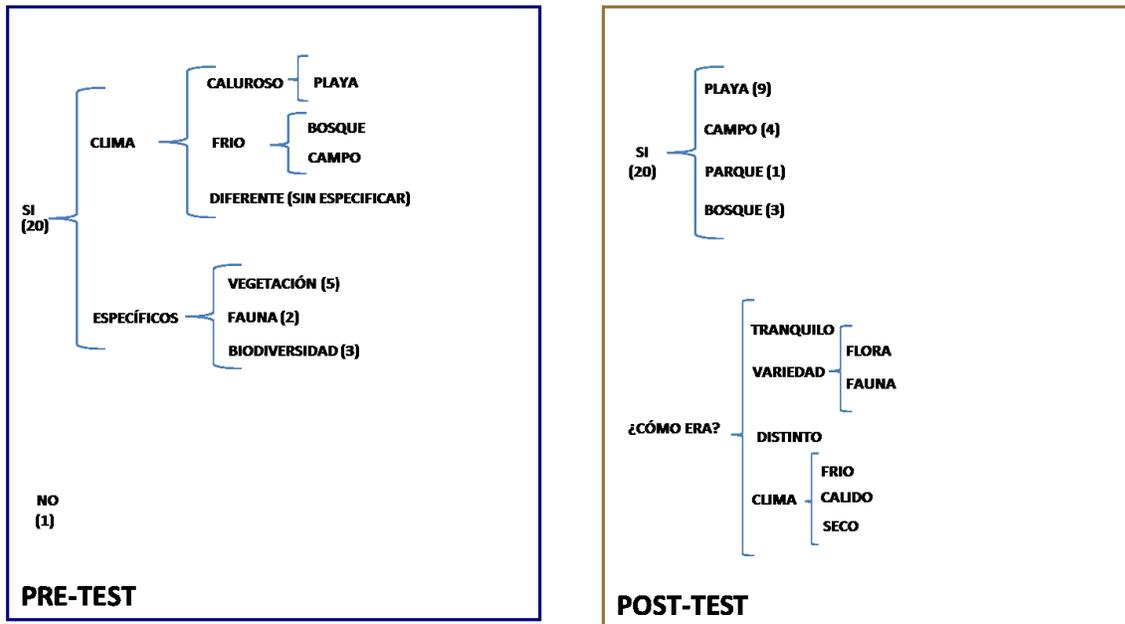


Figura 14. En esta figura se puede observar que prácticamente todos los alumnos han viajado a otros lugares distintos al lugar donde viven.

En la pregunta 3, la mayoría de los alumnos observó insectos mencionando que estos estaban en el lugar, por el tipo de clima, el ambiente, porque la familia les dijo, y las características que mencionan tanto el pre-test como el pos-test es que los insectos están en todos lados y el tipo de vegetación que presentaba el lugar, otras causas que mencionan en el post-test es que los vieron por casualidad, y ya manejan los conceptos de adaptación y de diversidad; esto último indica que después de la aplicación de la estrategia estos dos conceptos fueron más claros para los alumnos, ya que se ve la relación existente entre el tipo de vegetación, clima y fauna presentes en algún lugar (Fig. 15).

En la pregunta cuatro, durante el pre-test el 35% de los alumnos afirman que los insectos que observaron son diferentes a los que observan en el lugar en donde viven, otro 35% que solo algunos son parecidos y el 30% que son parecidos. Las justificantes que dan es el tipo de clima, vegetación, el tamaño, el color y el sonido.

En el pos-test, al hacer memoria los alumnos relacionan que muchos de los insectos que vieron en otros lugares son parecidos al lugar donde viven, de tal forma que el 30% de los alumnos sigue afirmando que los insectos que observó son diferentes, de este porcentaje algunos marcan la diferencia en cuanto a la forma y tamaño, la diferencia entre los lugares y

la variedad; y el 60% indica que los insectos que observaron son parecidos; de este porcentaje, tres de los alumnos se basan en la forma de los insectos para marcar esa diferencia (Fig. 16).

**PREGUNTA 3. ¿Viste insectos en el lugar al que viajaste? Si , No ¿Por qué?**

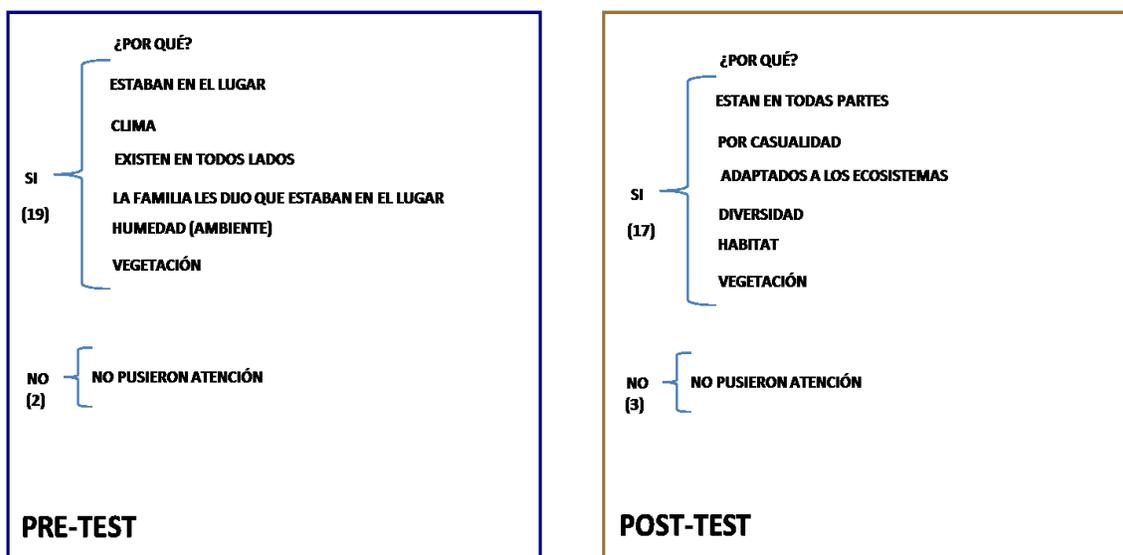


Figura 15. En esta figura podemos observar las diferentes testimonios que dan los alumnos de haber observado insectos en lugares distintos al que viven.

**PREGUNTA 4. Esos insectos ¿Son diferentes a los del lugar en donde vives o son parecidos?**

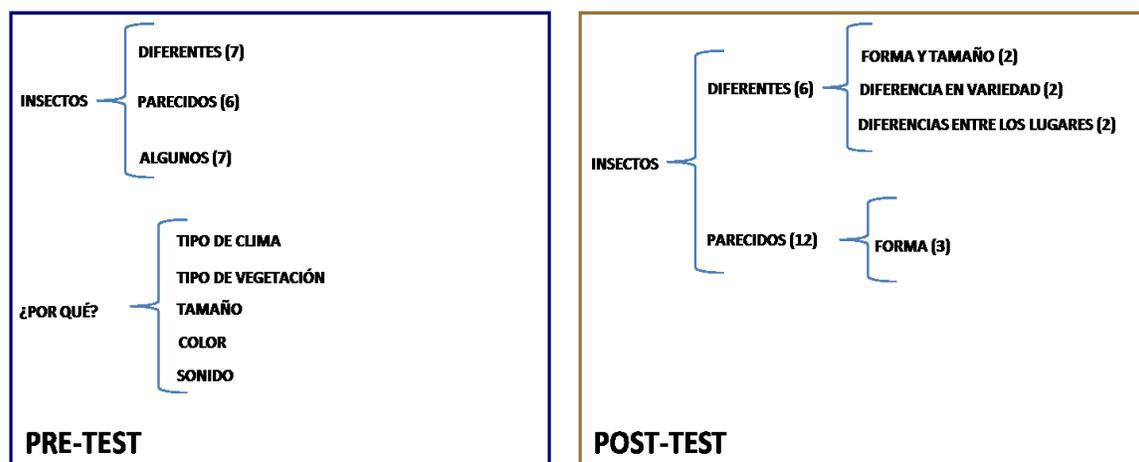


Figura 16. En esta imagen se puede observar las diferentes razones que dan los alumnos para indicar si los insectos que vieron en otros lugares son iguales o diferentes al lugar en el que viven.

En la pregunta 5, la mitad de los alumnos dijeron conocer las características con las que puede distinguir un insecto de otro organismo entre las respuestas que dieron se tienen: muchas patas, la forma, el color, el tamaño o como se clasifican. Después de la aplicación de la estrategia, además de que la mayoría reconoce que ya puede distinguir un insecto de otro organismo (Fig. 17a.), se pudo observar un cambio en el vocabulario de los alumnos, ya que en el post-test mencionan palabras como exoesqueleto, quitina, el número exacto de apéndices que tiene un insecto, mencionan que presentan alas, antenas, cuerpo dividido en tres secciones. Muy pocos son los que no logran este aprendizaje, esto puede ser debido a la falta de interés por estos organismos (Fig. 17b y c).

**PREGUNTA 5. ¿Sabes cuáles son las características morfológicas con las cuales puedes distinguir a un insecto de otro organismo?**

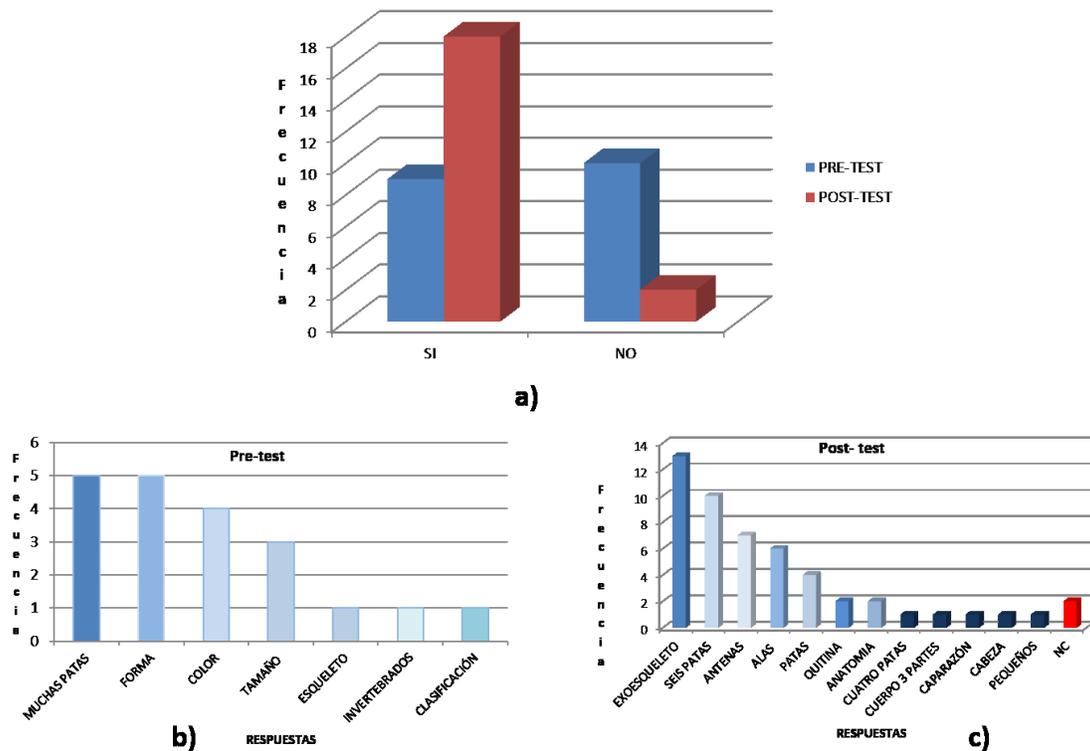


Figura 17. a) Frecuencia de respuestas sobre el conocimiento de características morfológicas para diferenciar insectos; b) y c) Cambio en la cantidad de términos utilizados para definir las características morfológicas para identificar insectos, del pre-test al post test aumento el número de términos, se aprecia que estos cambiaron y son más precisos que en el pre-test.

En la pregunta 6 (figura 18), en la cual se les pidió que escribieran los nombres comunes con los que conocen a los insectos que observaron, los alumnos mencionaron entre uno a ocho

organismos (nombres diferentes) en el pre-test, incluyen organismos que no correspondían al grupo de los insectos. En el pos-test, mencionan de uno a seis nombres correctos en un promedio de 3.1 nombres/alumno, este número aunque menor que en el pre-test, corresponde a denominaciones correctas, esto reflejó el efecto de la intervención docente y la aplicación de la estrategia con los alumnos; les quedó claro cuáles son las características de los insectos y ya no incluyeron nombres comunes de organismos pertenecientes a otros grupos.

**PREGUNTA 6. ¿Cuáles insectos reconociste? Escribe el nombre común o nombre con el que conoces a dichos insectos.**

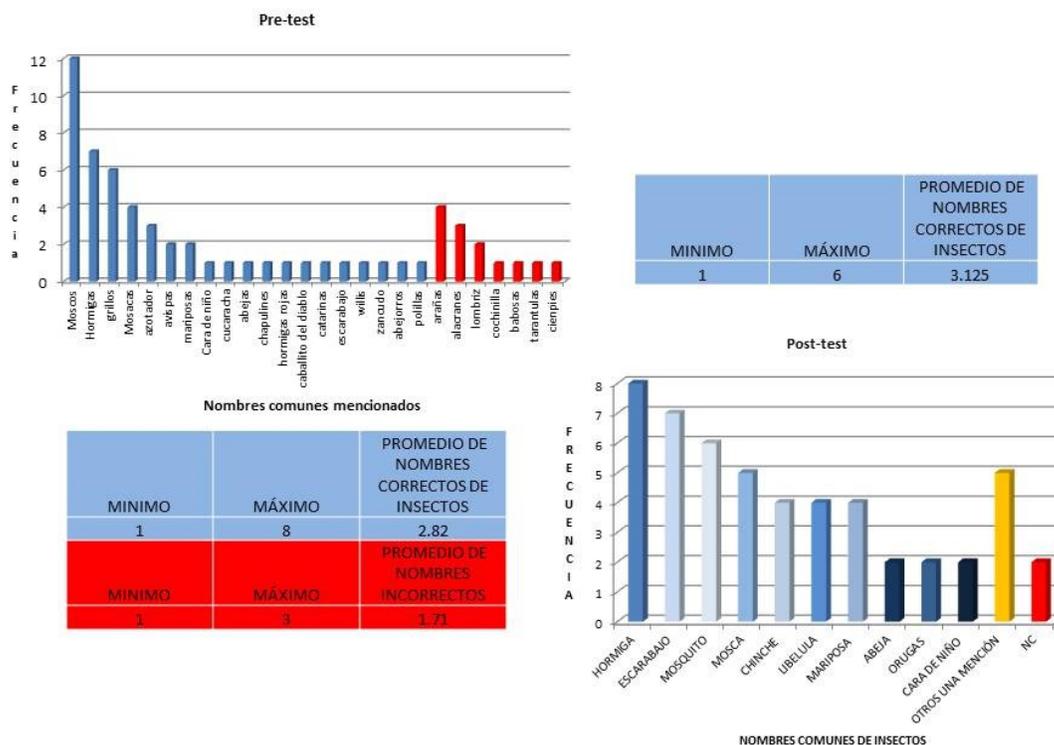


Figura 18. En esta imagen se puede observar el cambio en cuanto a los conocimientos previos y los adquiridos después de la aplicación de la estrategia.

En la pregunta 7, en el pre-test la mayoría de los alumnos consideran que los insectos son importantes dando tres grande razones, la diversidad, el equilibrio ecológico y la función que realizan; en cuanto a la función los alumnos mencionan las cadenas alimenticias, el nicho que ocupan, la polinización y que son vectores de enfermedades. Para después de la aplicación de la estrategia el 100% de los alumnos, considera que los insectos son importantes, ampliando los grupos de clasificación, repitiendo la diversidad, el equilibrio ecológico y la función que realizan en el ambiente (Fig. 19).

**PREGUNTA 7. ¿Son importantes los insectos? Si. No. Explica**

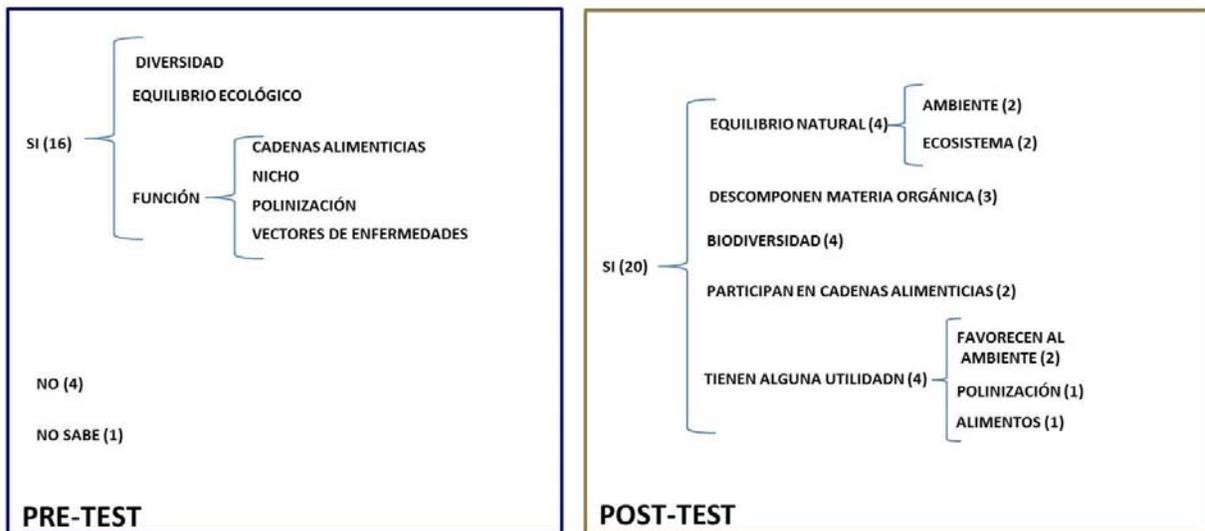


Fig. 19. Valoración de los alumnos sobre la importancia de los insectos.

En la pregunta 8, en el pre-test, la mayoría de los alumnos no conocía algún uso que tuvieran los insectos, de los que si conocían, mencionaron alimento, medicina y control de plagas. En el pos-test se invirtieron los números, ya que la mayoría de los alumnos mencionaron los usos que se les dan a los insectos, y se puede notar que ampliaron su conocimiento en este aspecto, debido a que aumentaron los rubros, en el post-test ya no solo se centran en alimento, también mencionan medicina, el comercio, criminología, polinización y economía (Fig. 20).

**PREGUNTA 8. ¿Conoces algún uso que se les dé a esos insectos? Si. No. Explica**

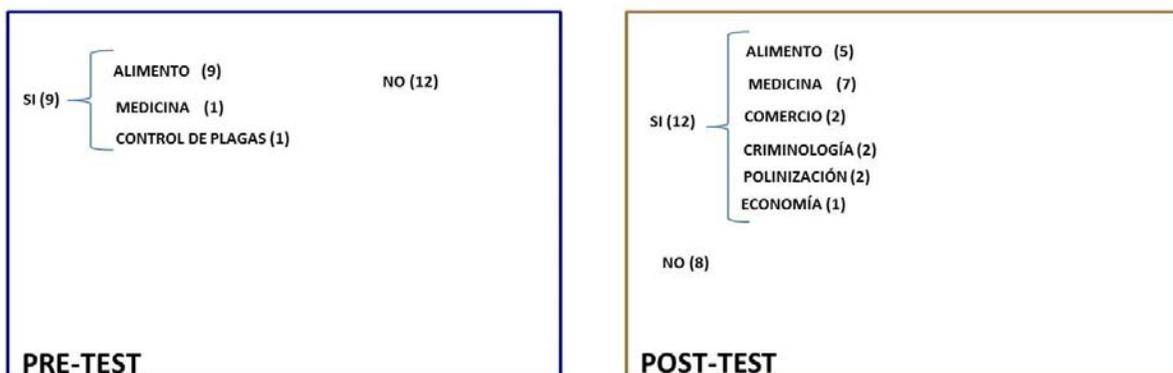


Fig. 20. Usos de los insectos de acuerdo al conocimiento de los alumnos.

Para la pregunta 9, en el pre-test 14 alumnos respondieron que los insectos se pueden encontrar en todas partes, pero es importante señalar que cinco alumnos consideraron que no

se pueden encontrar en los mares y océanos, cinco consideran que no se pueden encontrar en zonas frías, cuatro de los alumnos encuestados indicaron que no se pueden encontrar en manglares, dos de ellos mencionaron que no se hallan en desiertos, uno que no encuentran en zonas lluviosas y uno que no se localizan en zonas cálidas. Esta opinión puede estar dada debido a que los alumnos no conocen las zonas ni la distribución de los insectos. Para el post-test, es claro que los alumnos comprendieron que los insectos se pueden encontrar en cualquier parte, ya que el número de alumnos que eligieron la última opción fue mayor que en el pre-test (Fig. 21).

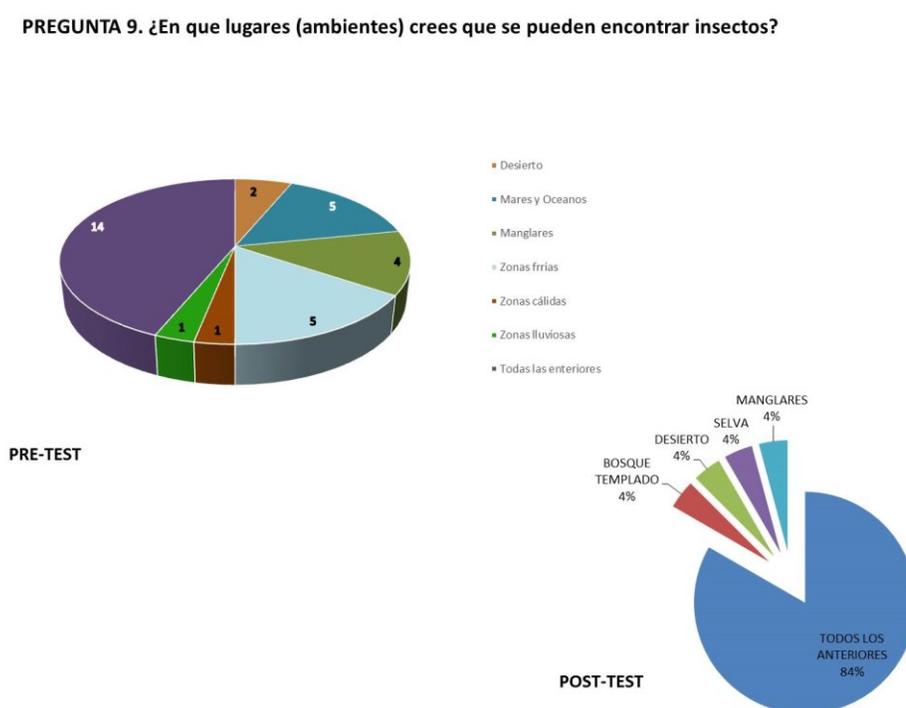


Fig. 21. En esta imagen se observa que los alumnos comprendieron que los insectos se encuentran en una amplia variedad de hábitats.

Para la pregunta 10, en el pre-test la mayoría de los alumnos considera que los insectos han cambiado a través del tiempo (figura 22), argumentando una evolución que conlleva a la formación de nuevas especies pero también a la extinción; hablan también de un cambio que va a estar dado por el hábitat, el tamaño, la resistencia que adquieren los organismos, su estructura y el clima. Sólo cuatro de los alumnos encuestados suponen que los insectos son los mismos.

Para el pos-test, el 100% de los alumnos consideran que los insectos han cambiado (figura 22), el principal argumento que manejan es la evolución, mencionando que las principales consecuencias de esta fueron la adaptación y el cambio en el tamaño, otros aspectos que mencionan fueron la variabilidad genética y la separación de grupos, podemos observar que cuando los alumnos mencionan el punto de la variabilidad genética, integra el concepto de diversidad genética que se les mencionó durante la aplicación de la estrategia (Fig. 22 y 23).

**PREGUNTA 10. ¿Crees que los insectos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si. No. ¿Por qué?**

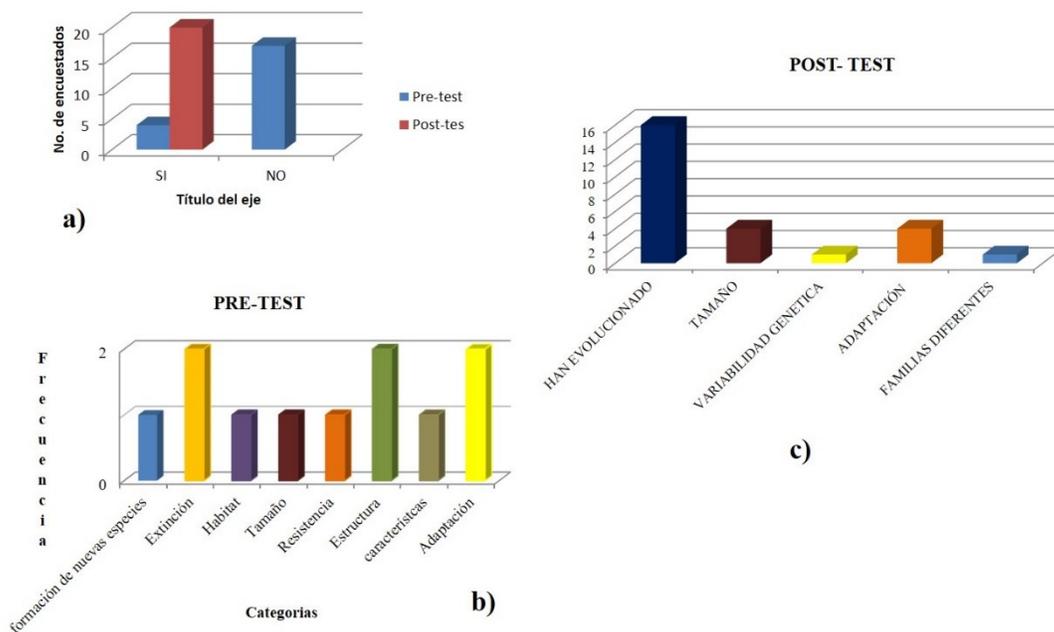


Fig. 22. a) Gráfica en la que se muestra la proporción de alumnos que opinan que los insectos no son iguales a los de tiempos pasados b) opiniones de los alumnos en relación de porque los organismos son diferentes durante el pre-test; y c) opiniones de los alumnos en relación de porque los organismos son diferentes durante el post-test

En la pregunta 11, la mayoría de los alumnos tuvieron claro que los insectos que han llegado a observar no pertenecen a la misma especie, mencionan principalmente que son diferentes debido a las características morfológicas y a las distintas habilidades que tienen (en este caso señalan saltar y volar), solo dos alumnos mencionan que los insectos son pertenecientes a una misma especie, pero que presenta pequeños cambios o bien se subdivide. Después de la

aplicación de la estrategia, el 100% de los alumnos indicó que los insectos no pertenecen a la misma especie debido a que han evolucionado y que esto ha llevado a una adaptación de los organismos, esto es un indicativo de que se relacionaron lo temas anteriores vistos en clase con el tema de diversidad (Fig. 24).

**PREGUNTA 10. ¿Crees que los insectos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si. No. ¿Por qué?**

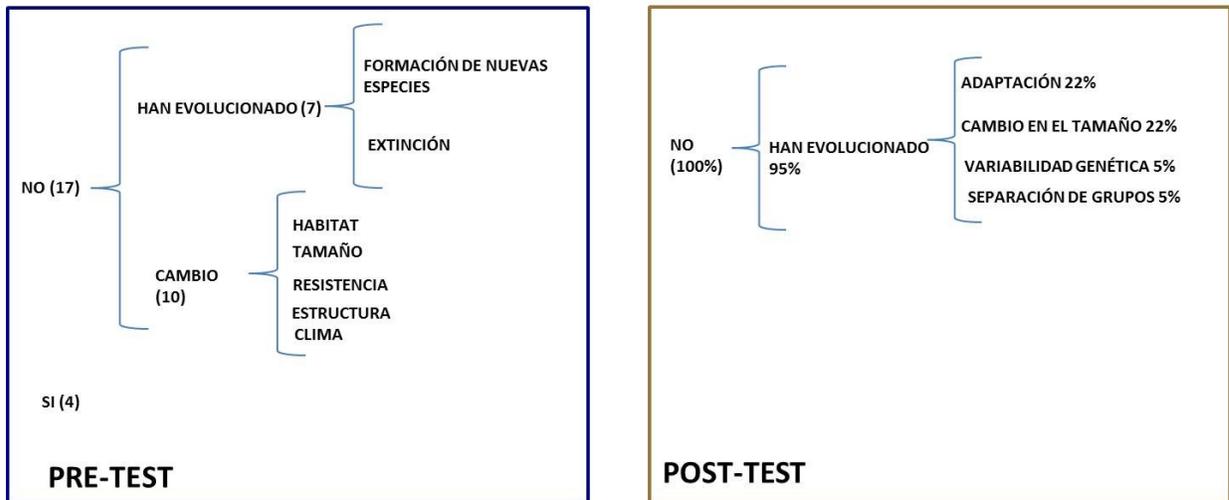


Fig. 23 Cuadro comparativo de las opiniones de los alumnos durante el pre-test y el post-test.

**PREGUNTA 11. ¿Crees que todos los insectos pertenecientes a una misma especie (por ejemplo catarinas o mariquitas, chapulines, mariposas) son iguales?**

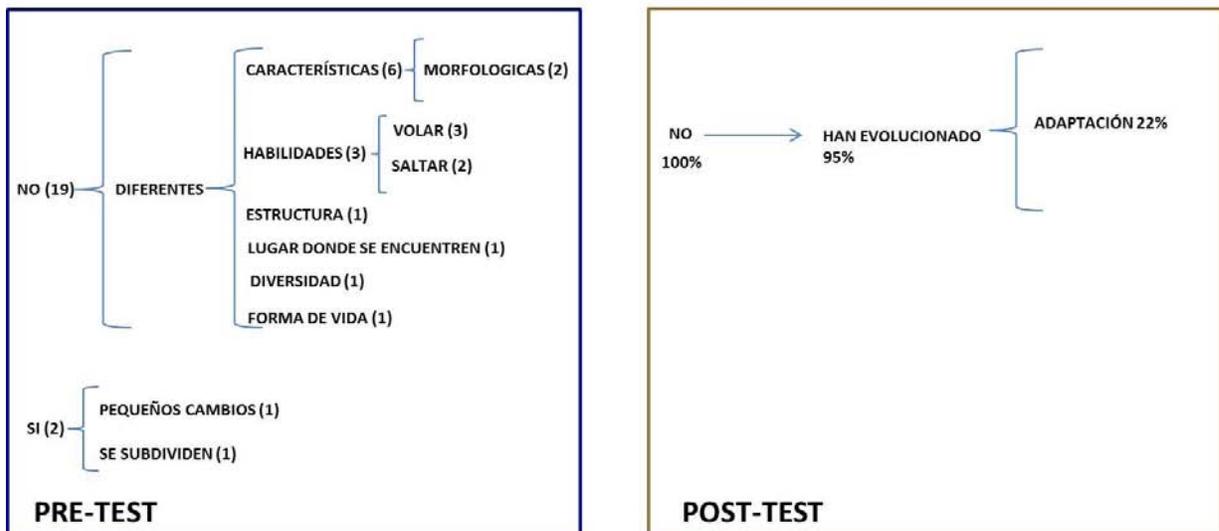


Fig. 24. Diagrama en el que se muestra como los alumnos cambian su opinión en cuanto a la relación que tienen los insectos.

Para la pregunta 12, (figura 25), en el pre-test, los estudiantes relacionaron la importancia de la biodiversidad a funciones ecológicas en los ecosistemas y las cadenas tróficas y evolutivas, como su función como generadoras de especies futuras y su participación en la manutención del equilibrio natural; también refirieron el rol de la biodiversidad en la conservación de las especies y la naturaleza; otra opinión colectiva se relacionó al entendimiento de la biodiversidad, reflejado en la variabilidad de las formas de vida. En el post-test, aparte de las funciones ecológicas descritas por los estudiantes, hicieron hincapié en la variedad de formas de vida y su relación con la sobrevivencia. En ambos casos, los estudiantes mantuvieron su opinión sobre la importancia de la biodiversidad.

**PREGUNTA 12. Para ti ¿Cuál es la importancia de la biodiversidad?**

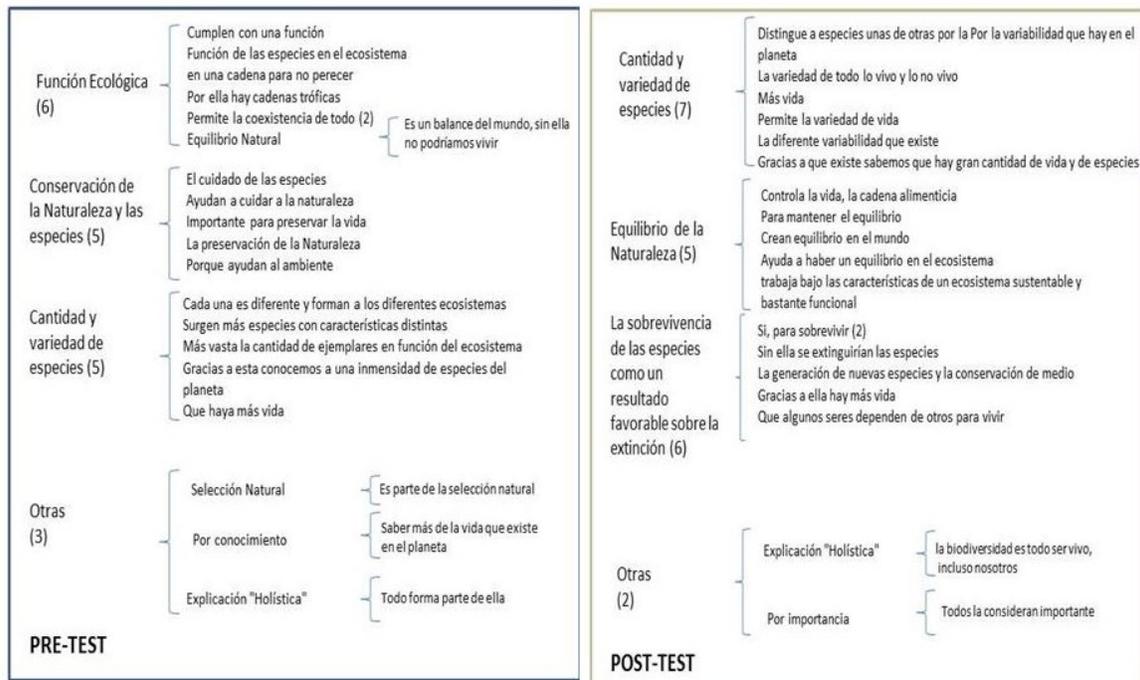


Fig. 25. Imagen en la que se puede observar las opiniones de los alumnos en cuanto a la importancia de la biodiversidad.

Respecto a la pregunta 13, última del cuestionario, la mayoría de los estudiantes reconocieron la importancia de conservar la biodiversidad, solo tres no contestaron en el pre-test, en comparación todos los estudiantes de la muestra contestaron positivamente en el cuestionario post-test. (Fig, 26 y 27).

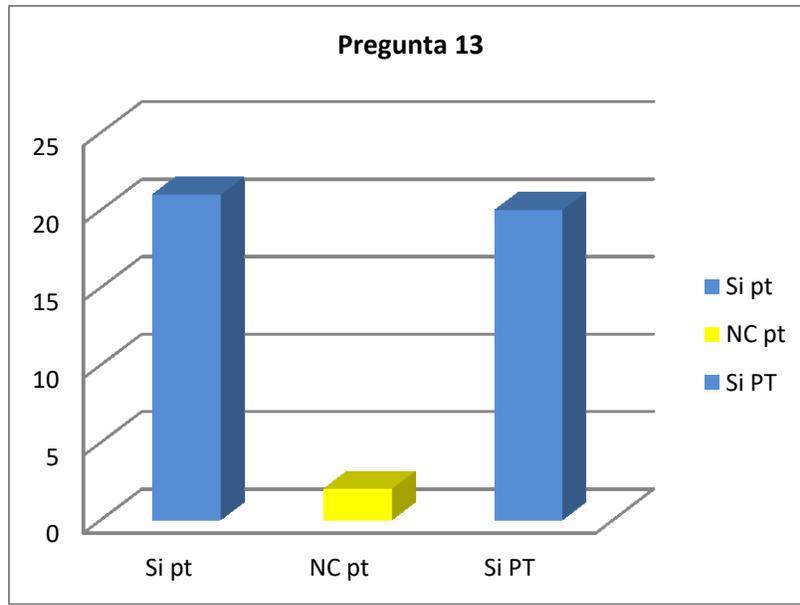


Fig. 26. Frecuencia de respuestas respecto a la importancia de la conservación de las especies, se muestran las frecuencias en el pre-test (pt) y el post-test (PT), excepto tres estudiantes; en ambos cuestionarios la mayoría de los estudiantes respondió positivamente a la importancia de la conservación de la biodiversidad.

Los estudiantes mencionaron la importancia de la conservación relacionada a mantener el equilibrio natural, la conservación de ecosistemas, especies, lugares y climas; porque ayuda a "mejorar" la naturaleza y consideraron su importancia para la supervivencia de la humanidad; en el post-test, le dieron mayor énfasis a la conservación para evitar la extinción, a conservar para mantener el equilibrio natural y a la importancia y función de las especies (Fig. 27).

**PREGUNTA 13. ¿Consideras que es importante conservar a la *biodiversidad*?**

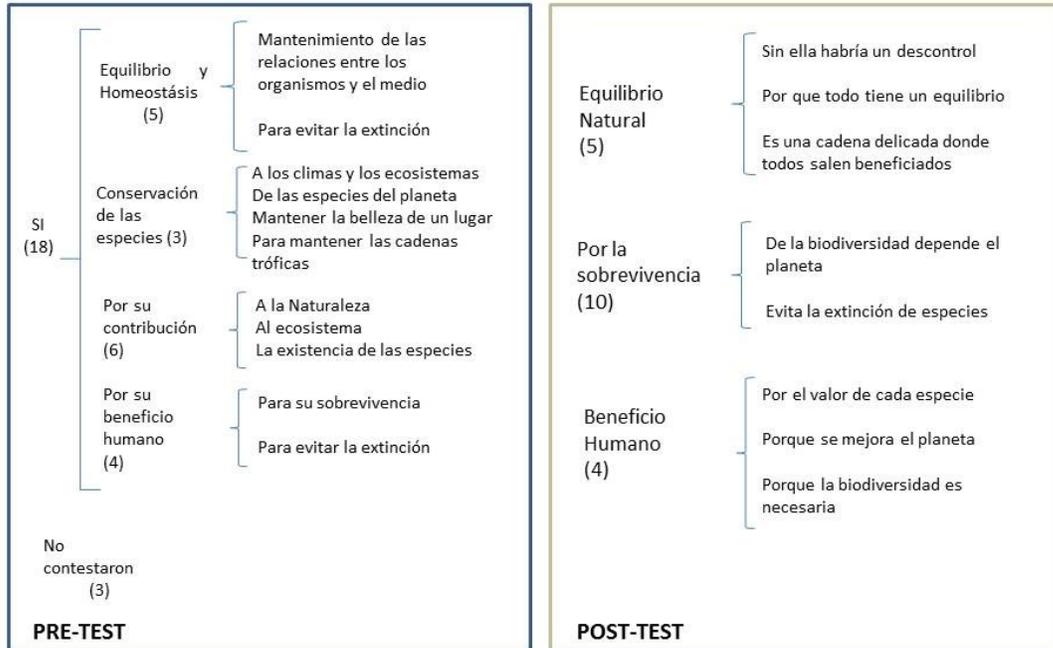


Fig. 27. Comparación del contenido del discurso pre-test – post test a la pregunta 13

## 2. DISCUSIÓN

En lo cotidiano, es evidente que socialmente hay una cultura sobre el ambiente que puede calificarse como limitada y en muchos casos desinteresada, este hecho parece generalizado en los países latinoamericanos. Con esto en mente aunado a la experiencia propia en el Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, la reorientación de las actividades pedagógicas y didácticas en el salón de clases, hacia la comprensión de la interacción de la humanidad con el entorno natural, se convierte en una tarea de permanente revisión; de la misma forma, la contribución de la educación formal en este rubro es imprescindible, no solo para que los ciudadanos del futuro adquieran cultura científica, sino además para lograr una formación de ciudadanos comprometidos racionalmente con la sociedad y el ambiente.

De acuerdo con Morin (1996), la ecología, como una ciencia biológica, es la primera que trata al sistema global integrado por constituyentes físicos, químicos, biológicos y sociales, que explican en parte el funcionamiento de la naturaleza; entonces, considerando sus componentes esenciales, la biodiversidad se ubica como un concepto importante para comprender estos procesos ecológicos, tanto en el contexto natural como en el que interacciona con el componente humano; parece que al paso del tiempo el estudio de la biodiversidad se convierte en una disciplina especializada, que como sucede con la ecología, ya que integra diferentes dominios con una fuerte tendencia hacia la multi e interdisciplina (Oyama, 2002).

En este trabajo, se procuró implementar una estrategia en la que se combinaran estrategias tradicionales como la exposición magistral, con actividades de aprendizaje que incluyeran modelos biológicos, tanto preparados con procesos científicos, como con experiencias *in situ*, ambas mediadas con una práctica de trabajo de campo y laboratorio. El llevar a cabo esta práctica aportó a los alumnos información nueva, pudiendo integrar conocimientos de otros temas vistos en clase (por ejemplo el tema de evolución).

Como lo menciona Jaramillo (1995), en ocasiones hay que convertir el propio ambiente en el salón de clase; de acuerdo a este autor, la realización de actividades de aprendizaje basadas en experiencias reales rebasa los aprendizajes adquiridos con otros medios incluidos los de

tipo audiovisual; por esto, llevar al aula elementos naturales o hábitats difíciles de visitar, especímenes raros o fenómenos pasajeros, enriquece la significación de los saberes aprendidos, cuando se habla de conocimiento científico este se caracteriza por una correlación entre lo teórico y lo práctico, es decir, que las experiencias de laboratorio o campo correlacionan las ideas con la experiencia.

Haciendo un paréntesis, desde la aplicación del cuestionario pre-test, se consideraron las afinidades de los estudiantes sobre el grupo de los insectos, que para este trabajo fungió como el modelo que medió como ejemplo de la biodiversidad. Resultó muy llamativo que cuando se les preguntó ¿Te gustan los insectos? Si, No, ¿por qué?; las mayoría de las respuestas coincidieron en que no y los estudiantes argumentaron desagrado por estos organismos, incluyendo términos como asco y miedo, de más del 75% en el pre-test esta opinión disminuyó al 50% en el post-test, siendo los argumentos ahora, que les desagradan pero ahora ya conocen más de los insectos.

Este resultado destaca la afirmación de Dillon y Scott (2002), quienes señalan que en la investigación de los procesos educativos se orientan más a la dimensión cognitiva que a la dimensión afectiva; al parecer no se sabe mucho acerca de lo que la gente aprende sobre biodiversidad, considerando sus perspectivas emocionales y sus creencias personales, en este caso, se pensó que este hecho influiría negativamente en las actividades de aprendizaje sobre la biodiversidad, pero las opiniones de los alumnos sobre la función de estos organismos en la naturaleza demostró que no ocurre una relación directa entre el desagrado y la valoración de la importancia de estos organismos.

Morín (citado en Posada, 2004) establece que el desarrollo de la inteligencia no se separa de la afectividad que existe hacia lo que se aprende, esta relación se puede identificar como un aliciente para la investigación científica; este autor afirma que no es posible dejar de lado el aspecto emocional y afectivo del alumno, enfocándose solo a la formación de la inteligencia racional.

Diferentes estudios han mostrado que los niños de edades entre 5 a 12 años son más afines a los temas naturales (Prokop *et al.* 2007), otro hecho reconocido es que los animales son fascinantes para los niños y los adolescentes, en Noruega las actividades relacionadas con

animales se calificaron con puntajes altos, como alimentar aves (74%), observar liebres, zorros y alces (63%). Además se reconoce que medios de difusión como los programas de televisión, reciben la misma atención por alumnos en edad escolar (Randler, 2008), lo que sugiere que este conocimiento no se imparte solamente en la escuela; otro resultado es que la atención e interés sobre la fauna disminuye conforme aumenta la edad de las personas (Bjerke *et al.* 2001).

Este cambio en el interés y la afinidad de niños y adolescentes hacia la biología en general se relaciona a la complejidad de los saberes que se imparten, la dificultad para aprenderlos y porque los estudiantes de nivel medio básico no le encuentran un atractivo profesional futuro (Barram-Sabari *et al.*, 2006), a la par, parece que en la adolescencia, la naturaleza ya no es un tema importante para conocer y es suficiente que ocasionalmente se vean programas de televisión, inclusive el interés sobre las clases de biología desciende conforme se avanza en la trayectoria escolar (Prokop *et al.*, 2008).

Estos argumentos permiten explicar porque es poco el interés que demuestran los estudiantes para observar entornos distintos a los de su vida diaria, como se apreció en las preguntas 2, 3,4 y 6; tampoco demuestran gran atención a las características de otros sitios visitados, así como a la presencia de algún tipo de biota en particular, otra demostración fue la identificación de los insectos utilizando sus nombres comunes, la mayoría de los insectos reconocidos correspondieron a los que conviven de manera común en las casas de cualquier persona.

Este no es un problema educativo que ocurra solo en países como el nuestro, en 2008 el House of Lords' Select Committee on Science and Technology del Reino Unido señaló que:

***“la biología en muchas escuelas enfatiza más sobre la biología humana estableciéndola como la preocupación central de estudio, a la par sucede una disminución en las experiencias de viajes de campo o de laboratorio”***

o por lo señalado antes por Barram-Sabari *et al.* (2006), en Turquía y la experiencia citada por Prokop *et al.* (2007), en Eslovaquia.

En el caso de la educación hacia la naturaleza, ésta también se inscribe en la demanda de enseñar para responder a diferentes estereotipos personales y sociales, que al tiempo son

legados a las siguientes generaciones, también pretende desarrollar en las personas otros estados físicos, intelectuales y morales que predominan en la sociedad y el medio ambiente específico en el que se insertará (Durkheim en Savater, 2000); al respecto, en el tiempo actual a las instituciones educativas se les consigna la función de formadora de valores en la sociedad como una obligación, socialmente se soslaya la participación obligada de la familia en esta tarea, sin duda que ambas instituciones inciden en la reproducción o transformación de actitudes, convicciones, creencias morales y comportamientos (Savater, 2000; Fernández-Manzanal *et al.*, 2007; Shepardson et al., 2007). Sin intentar evadir las responsabilidades de la escuela, manifestaciones de este tipo también pueden reflejar la cultura sobre el ambiente y la naturaleza adquirida en el núcleo familiar y social de los estudiantes.

En este momento educativo, se infiere que la conceptualización de los estudiantes sobre el ambiente responde, por lo menos en parte, a la manera en la que entienden y de esto como actúan hacia el ambiente; también es posible que esta sea una evidencia de como la vida urbana y sus complejas interacciones diarias minimizan el interés hacia el reconocimiento de la importancia de la naturaleza para cada individuo y la sociedad en conjunto. En una sección posterior se revisará como esta actitud tuvo efecto en la valoración de los estudiantes sobre la importancia de los insectos y la biodiversidad.

En esta estrategia se combinaron actividades consideradas tradicionales como las conferencias magistrocéntricas con otras que implicaron a los estudiantes directamente en el aprendizaje; para lograr esto, se realizaron diferentes acciones como lecturas comentadas con foros de discusión en los equipos y la que se denominó como práctica de campo, que se realizó dentro del propio campus del CCH Azcapotzalco.

Un tema que sigue debatiéndose, es la importancia de incorporar actividades de aprendizaje que involucren directamente a los objetos de estudio, para este caso, los insectos como ejemplos de diferentes niveles de biodiversidad. En esta propuesta, la práctica de campo incluyó saberes de tipo procedimental para la recolecta y manejo de los especímenes, usando equipo entomológico específico como las redes y trampas, también se consideró importante que los estudiantes aprendieran a manipular los organismos con atención y trato humanitario, para después devolverlos a su hábitat, esta acción por mínima que pueda calificarse, enfatizó que los alumnos adquieran conciencia, actitudes y valores hacia los elementos de la

naturaleza, además esta estrategia es económica, con poca inversión de tiempo y provoca aprendizajes con mayor significado que los que se pueden aprender mediante otros instrumentos didácticos.

Se afirma que la participación de los jóvenes en el trabajo de campo es muy importante, es un componente esencial para que se logren aprendizajes en biología y ecología (Maskall y Stokes, 2008); Gibson y Chase (2002) reportaron que los estudiantes aprendieron mejor con experiencias de aprendizaje mediante actividades manuales en cursos de verano y mostraron más interés en las carreras de ciencias que los estudiantes de un grupo control.

De la misma manera, Prokop *et al.* (2007), demostraron que los viajes de campo guiados por biólogos influyeron positivamente las actitudes de los participantes hacia la selección futura de carreras biológicas. Aparte del apoyo que pueden tener estas actividades de aprendizaje en la vocación profesional, los estudios de campo y otros ejercicios prácticos sirven para introducir a generaciones de estudiantes de todas las edades al reconocimiento de la diversidad de los seres vivos y deben ser valorados como un medio para comprometer y estimular a los jóvenes para involucrarse con el medio natural y sus componentes.

Además, el trabajo en grupo en estos ambientes educativos incrementa la cantidad y calidad de los aprendizajes y favorece la adquisición de conocimientos de los alumnos a través de su interacción; como parte de las observaciones del trabajo de campo, varios estudiantes, por iniciativa propia, colectaron organismos y los llevaron el día de la práctica; por coincidencia se logró observar directamente como emergió de una pupa un escarabajo adulto, que provocó expresiones de asombro ¡Mira lo que salió de esa cosa! ¡Así nacen los bichos! O bien, los cambios que observaron con los “chapukines fantasma”, cuando estos cambiaron de transparentes a un color más pardo y cuando emergió la mariposa de su capullo.

Esta oportunidad se aprovechó para integrar una explicación fisiológica, ecológica y evolutiva sobre los insectos y aclarar los términos expresados con la intención de sustituirlos con los apropiados entomológicamente. Al respecto, Lemke (1997; citado por Sanmartí, 2003):

***“el lenguaje no es sólo vocabulario y gramática: es un sistema de recursos para construir significados. Nuestro lenguaje nos proporciona una semántica. (...). Necesitamos la semántica***

*debido a que cualquier concepto o idea particular tiene sentido sólo en términos de las relaciones que tiene con otros conceptos e ideas”.*

También Sanmartí (2003), afirma que sin observación, sin manipulación, no hay posibilidad de aprender ciencia, aunque esto depende del conocimiento que se aprende; fue claro que la realización de esta actividad permitió aproximar a los estudiantes a conocer los instrumentos o medios que deben utilizarse para actividades específicas y que al estar al alcance de sus posibilidades, les permitieran acercarse a organismos que de otra forma pasarían desapercibidos. Aquí se sugiere que estas actividades, cualesquiera que fuesen, serán más efectivas si el docente domina el tema motivo del ejercicio práctico.

Cuando se revisaron los resultados, a partir de la identificación del desagrado de los estudiantes por los insectos, surgió la duda acerca de si esta poca afinidad tendría un efecto marcado en las preguntas acerca de su valoración sobre la importancia de los insectos en la naturaleza, de la importancia de la biodiversidad y de la importancia de la conservación de ésta.

En la comparación pretest – post test, la opinión de los estudiantes pasó de mayoritaria a consenso, en el inicio cuatro estudiantes señalaron que no eran importantes y las explicaciones se centraron en conceptos como diversidad (interpretada en este estudio como variedad de especies), por su participación en el equilibrio natural y por funciones ecológicas como polinizadores y vectores de enfermedades; en el post – test, a estas explicaciones se agregó el valor utilitario de este grupo animal, porque favorecen al ambiente, son degradadores y sirven como alimento, esta ampliación de usos (pregunta 8) agregó usos comerciales, en la medicina, la criminología y la economía; es observable que los estudiantes ampliaron su discurso en relación a estos tópicos, afinando el empleo de términos apropiados; sin embargo, en relación a los usos, todavía varios estudiantes no lograron identificar alguna utilidad.

Con relación a la importancia de la biodiversidad, fue notable que todos los estudiantes la consideraron importante; también destacó la manera que de las tres categorías principales del pre test al post test se mantuvo la categoría cantidad y variedad de especies, las explicaciones de los estudiantes se sustentaron en argumentos de variación en la cantidad y la forma de los

organismos y a que la biodiversidad es una expresión de la vida, propios de la definición de este término y cambiaron dos: función ecológica y conservación de la naturaleza por equilibrio de la naturaleza y la sobrevivencia.

En este cambio se observa que en las ideas de los estudiantes ponderan las funciones ecológicas por el equilibrio natural, lo que se ejemplifica con expresiones como “*trabaja (la biodiversidad) bajo las características de un ecosistema sustentable y bastante funcional*” y “*crea un equilibrio en el mundo*”, en estas aseveraciones asignan un papel funcional a la biodiversidad como participante importante del equilibrio natural.

También demostraron algún nivel de preocupación al hablar de la importancia de la biodiversidad como un factor que impide la extinción de las especies (“*sin ella se extinguirían las especies*”, “*gracias a ella hay vida*”) y le asignan un efecto positivo en las interacciones de los organismos: “*por qué algunos seres dependen de otros para sobrevivir*”, con estos argumentos, los estudiantes opinan que la biodiversidad tiene un valor intrínseco, por eso se privilegia a la conservación de las especies biológicas y no incluyen al ser humano en sus explicaciones, este corte de ideas se alinean con propuestas biocéntricas, como la propuestas por Rozzi, 2001 y Turner *et al.*, 2001.

Ocurrió una tendencia parecida en los resultados de la pregunta ¿Consideras que es importante conservar la biodiversidad? ¿Por qué? En el pre test solo tres no contestaron y el resto de los estudiantes contestaron positivamente; debe señalarse la posibilidad que la pregunta no se haya comprendido cabalmente por todos los alumnos, pues existen repeticiones argumentales en las categorías conservación de las especies, por su función, pero se agregan categorías como equilibrio y homeostasis “*es importante para el mantenimiento de las relaciones entre los organismos y el medio*” y por el beneficio para los humano, argumentando sobre la sobrevivencia humana y como una manera de evitar su extinción.

En el post test, se repiten los argumentos que usaron los estudiantes en la pregunta anterior, sobre la importancia de la biodiversidad; pero en la categoría de beneficio humano se enriquecieron las explicaciones agregando expresiones como “*por el valor de cada especie*” y “*porque se mejora el planeta*”.

Es entendible que las explicaciones ofrecidas por los estudiantes están orientadas hacia las explicaciones de su conocimiento en el momento sobre estos tópicos, en ellos abundan principalmente argumentaciones conceptuales, acordes al tema, con carencias de saberes, además que son explicitadas con limitaciones, Rickinson (2001) sustenta que los estudiantes construyen modelos mentales sobre los fenómenos del ambiente, basados en sus ideas y dichos modelos pueden ser ricos en contenidos pero con una estructura explicativa limitada.

La noción que se posee de los recursos naturales del entorno, son parte de un conocimiento ecológico implícito, ubicado dentro de un contexto cultural y familiar, y transmitido a través de la socialización, esta evidencia parece mejor representada en las sociedades de los pueblos originarios (Shepardson *et al.*, 2007) que en las sociedades que habitan las ciudades. Además, este conocimiento ecológico, al ubicarse en un sitio y entorno ambiental determinado, se relacionaría directamente con las explicaciones que surgen de ese entorno propio; por esto, se entiende parcialmente que las personas de la ciudad reconozcan solo a los elementos biológicos y ambientales de este hábitat y por ello se identifiquen con mayor facilidad a los problemas que aquejan como los residuos sólidos, la calidad del aire, del agua y otros como el ruido y la imagen urbana que no suceden con la misma intensidad en zonas semi-rurales y rurales.

Algunos estudios, que han explorado las concepciones de los estudiantes sobre los ambientes urbanos, no fueron capaces de conceptualizar a los organismos vivos que habitan las áreas construidas (Membiela, Nogueiras, y Suarez, 1994) y no conciben que las áreas urbanas pueden estar ocupadas por formas de vida silvestres (Simmons, 1994).

En los grupos que habitan estas áreas, la cercanía y dependencia directa que les relaciona al lugar donde viven, les provoca una mayor preocupación sobre el ambiente, hay evidencias de que varios pueblos indígenas tienen interés en conocer las causas del deterioro ambiental y participan en mitigar las consecuencias, que ponen en riesgo su manera de vivir y, por ende, su cultura (Turner *et al.*, 2001).

Aunque desde el principio de la intervención y en diferentes actividades de aprendizaje, los estudiantes no ocultaron su desagrado por los insectos, las actitudes que demostraron en el transcurso de la práctica de campo modificó las actitudes de algunos de ellos, a un nivel en

el que incluso se permitieron manipularlos, este hecho se plasmó en el aumento de respuestas positivas del cuestionario pretest, aunque el porcentaje no pasó del 50%, no fue un elemento que haya influido en la importancia que les dan por sus funciones ecológicas y el valor que le dan a su conservación como parte de la biodiversidad.

Algunos de los alumnos hicieron algunas sugerencias en cuanto a los materiales utilizados para realizar esta estrategia como son: hacer que participe más el grupo durante las presentaciones de Power Point (es decir que se les hicieran preguntas para que ellos contestaran), que ésta fuera menos extensa y que no se leyera, en cuanto al diseño de las diapositivas sugirieron que se aumentara movimiento y color, estos aspectos eran para no hacer tan monótona la presentación. También comentaron que les gustaría más prácticas a campo abierto, refiriéndose no solo a las instalaciones del plantel si no a otros lugares en donde pudieran observar mayor diversidad de insectos, así como poder manipularlos y montarlos para aprender a hacer una colección científica.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

La interacción de la humanidad con el entorno natural es una tarea constante del docente en la educación formal, de manera que no solo se adquiera educación científica, sino también la formación de ciudadanos que se comprometan con su medio ambiente.

La biodiversidad es un concepto importante para comprender los aspectos ecológicos y se convierte en una disciplina especializada, que integra diferentes dominios tendiendo la multi e interdisciplina, ya que es importante conocer cómo surge y se le da forma a este concepto, así como su uso en la sociedad, a nivel científico y en la educación. Con esta estrategia queda claro para los estudiantes que la biodiversidad es importante y esta importancia radica en las funciones ecológicas que dan un equilibrio a la naturaleza, evitar la extinción de las especies y la conservación de las mismas.

Llevar al aula modelos de los elementos que se pueden encontrar en la naturaleza ayuda a correlacionar lo teórico y lo práctico, basado en experiencias, aunado a esto se puede

mencionar que es importante considerar que debe existir una afinidad hacia lo que se aprende y los modelos que se utilicen para lograr dicho aprendizaje, ya que no es posible dejar de lado el aspecto emocional y afectivo de los educandos, para lograr los objetivos de aprendizaje debido a que los conocimientos sobre biología se van haciendo más complejos, difíciles de aprender y los estudiantes no les encuentran un atractivo profesional.

Aunque se observó un desagrado por los insectos, los alumnos se vieron interesados por conocer algo más sobre ellos, de manera que al final de la estrategia exteriorizaron la importancia de estos en la naturaleza, ya que forman parte de un equilibrio en esta y de igual forma para la biodiversidad. Este cambio se pudo observar comparando las respuestas del pre-test con las respuestas del post-test basados en el análisis de contenido.

Involucrar a los estudiantes directamente, en el aprendizaje por medio de diferentes actividades teóricas y prácticas, como fueron los foros de discusión de las lecturas, además las experiencias in situ como aprender a manipular algunos de los organismos, hizo que los alumnos adquirieran actitudes y valores positivos hacia los elementos de la naturaleza, en especial cuando observa de manera directa los fenómenos naturales, como cuando observaron la forma en que emergió un escarabajo adulto.

De igual forma, con las diferentes actividades de esta estrategia se favorece que los alumnos trabajen en equipo, incrementando la cantidad y calidad de los aprendizajes adquiridos, también se utilizaron los términos apropiados entomológicamente, ampliando el vocabulario de los alumnos e integrándolos más en el trabajo de campo, hasta tal punto que algunos estudiantes se vieron interesados en realizar su propia colección entomológica.

Es importante que el tema de Biodiversidad, niveles en que se estudia e importancia de la misma quede claro, ya que es el andamiaje para comprender los temas inmediatos del programa de Biología II como son sistemática, tres dominios y cinco reinos.

Con esta estrategia se logra dar el andamiaje para los conocimientos de biodiversidad que se retomarán en el curso de biología IV, que se imparte en sexto semestre del bachillerato. Este andamiaje está basado en los conceptos clave de biodiversidad, en específico los niveles de biodiversidad (genético, especies y ecológico), otro aspecto que se logró fue el que los

alumnos comprendieran e integraran los conocimientos adquiridos para la materia de Biología IV, materia optativa que se cursa en el último semestre del bachillerato.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2012). *“Finalidades de la enseñanza de las ciencias y relevancia de la ciencia escolar”*. En Red de la Organización de Estados Iberoamericanos, Grupo de Enseñanza de las ciencias. Consultado el 28 de julio de 2012 [http://redsoei.ning.com/group/ensenanzadelasciencias/forum/topics/culturacientificarepresentacionessociales?commentId=6403560%3AComment%3A43141&xg\\_source=activity&groupId=6403560%3AGroup%3A39262](http://redsoei.ning.com/group/ensenanzadelasciencias/forum/topics/culturacientificarepresentacionessociales?commentId=6403560%3AComment%3A43141&xg_source=activity&groupId=6403560%3AGroup%3A39262)
- Amórtegui (2010) *Las prácticas de campo en la construcción del conocimiento profesional de futuros profesores de biología*. Revista Bio-grafía. Extraído el 16 de Mayo de 2012 de: <http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/bio-grafia/article/view/160/802>
- Amórtegui (2011). *Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de biología de la universidad pedagógica nacional*. Tesis para optar al título de Magíster en Educación, UPN Colombia.
- Barney, E. C., Mintzes, J. J., & Yen, C. F. (2005). *Assessing knowledge, attitudes, and behavior toward charismatic megafauna: the case of dolphins*. Journal of Environmental Education, 36: 41-55.
- Barram-Tsabari A, Sethi R J, Bry L and Yarden A (2006) *Using questions sent to an Ask-A-Scientist Site to identify children's interests in science*. Science Education, 90(6):1050-1072.
- Bjerke, T., Kaltenborn, B. P., Odegardstuen, T. S. (2001). *Animal-related activities and appreciation of animals among children and adolescents*. Anthrozoös, 14: 86-94.
- Bebbington, A (2005). *The ability of A-level students to name plants*. Journal of Biological Education, 39:6.3–67.
- Bermúdez, G., A. L. de Longhi (2012). *Análisis de la transposición didáctica del concepto de biodiversidad. Orientaciones para su enseñanza*. En: A. Molina Andrade (Compiladora). Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina Educación en Ciencias. Énfasis, Libros de los énfasis del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia. Cap. 5. 115-153.
- Bernal, N. (2009). *Papel del trabajo de campo en el proceso de planteamiento de problemas de investigación en torno a temas Ambientales*. Revista Biografía. Extraído el 16 de Mayo de 2012. Tomado de. <http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/bio-grafia/article/viewFile/162/131>
- Bourdieu, P. (1989). *“Principios para una reflexión sobre los contenidos de enseñanza”*. En Revista Educación Superior. México: ANUIES. Núm. 72, octubre-diciembre.

- Camacho-Valdez V., Ruiz-Luna A. 2012. *Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos*. Revista Bio Ciencias, 1(4): 3-15.
- Castro-Cuéllar A. de, J. L. Cruz-Burguete y Lorena Ruiz-Montoya. 2009. *Educación con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza*. Convergencia, Revista de Ciencias Sociales, 16(50): 353-382.
- Chamizo, J. A. (2010). *Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias*. Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica, 7(1):26-4.
- Chapin, F. S. III; Zavaleta, E. S.; Eviner, V. T.; Taylor, R. L.; Vitousek, P. M.; Reynolds, H. L.; Hooper, D. U.; Lavorel, S.; Sala, O. E.; Hobbie, S. E.; Mack, M. C. y Díaz, S. (2000). *Consequences of changing biodiversity*. Nature, (405): 234-242.
- Chevallard, I. (1991). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Colegio de Ciencias y Humanidades UNAM. (2004). *Programas de Estudio Biología I a IV*. Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Constanza R. (2008). *Ecosystem services: multiple classification systems are needed*. Biological Conservation, 141: 350–352.
- De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R. M. J. (2002). *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. Ecological Economics, 41: 393–408.
- Díaz, S. y Cabido, M. (2001). *Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes*. Trends in Ecology & Evolution, 16(11): 646-655.
- Díaz, S. (2001). *Does biodiversity matter to terrestrial ecosystem processes and services?* En: Steffen, W., Jäger, J., Cason, D. y Bradshaw, C. (Eds.). *Challenges of a changing Earth: Proceedings of the Global Change Open Science Conference* (pp. 165-167). Amsterdam: Springer.
- Díaz, S. (2001). *Ecosystem function, measurement, terrestrial communities*. En: S. Levin (Ed.). *Encyclopedia of Biodiversity* (2): 321-344. San Diego: Academic Press.
- Díaz, S; Fargione, J.; Chapin III, F. S. y Tilman, D. (2007). *Biodiversity loss threaten human well-being*. En: PLOS Biology 4 (8): 277. DOI: 10.1371/journal.pbio.0040277
- Dillon J., Scott W. (2002). *Perspectives on environmental education-related research in science education*, International Journal of Science Education, 24:(11):1111-1117. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690210137737>
- Dourado, M. (2006) *Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo*. Revista Electrónica de Enseñanza de las

- Ernst, R.; Linsenmair, E. y Rödel, M. O. (2006). *Diversity erosion beyond the species level: dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities*. En: *Biological Conservation* (133): 143-155.
- Evans SM, Dixon S, Heslop J (2006) *Pupils' knowledge of birds: how good is it and where does it come from?* *School Science Review*, 88:93–98.
- Felipe, A. E, Gallarreta, S. C. y Merino, G. 2005. *La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3).
- Fernández-Manzanal, R., L. Rodríguez-Barreiro, J. Carrasquer (2007). "Evaluation of Environmental attitudes: Analysis and results of a scale applied to university students". *Science Education*, 9(6):988-1009 DOI 10.1002/sce.20218
- Fisher B., Turner K.R., Morling P. (2009). *Defining and classifying ecosystem services for decision making*. *Ecological Economics*, 68 : 643-653.
- Gagliardi, R. (1986). *Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación*. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1): 30-35.
- García, G. J. y Martínez, B. F. J. (2010). *Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica*. *Investigación Didáctica. Enseñanza de las Ciencias*, 28(2): 175-184.
- Gaston K.J., & Spicer, J.I. (2004). *Biodiversity*. Blackwell Oxford.
- Gayford C. (2000). *Biodiversity Education: A teacher's perspective*. *Environmental Education Research*, 6:4, 347-361. <http://dx.doi.org/10.1080/713664696>
- Gilbert, J. K. 2004. *Models and Modeling: Routes to more authentic science education*. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2: 115–130.
- Godínez G., D. (2012). *Fósiles como estrategia para la enseñanza de evolución en la educación media superior*. Tesis de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (Biología). Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México. 59 p.
- Ghilarov, A. (1996). *What does 'biodiversity' mean: scientific problem or convenient myth?* *Trends in Ecology & Evolution*, 11 (7): 304-306.
- Hamilton, A. (2005). *Species diversity or biodiversity?* *Journal of Environmental Management* (75): 89-92.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Pilar Baptista. (2003). *Metodología de la investigación*, México, Mc Graw-Hill.

- Hooper, D. U.; Solan, M.; Symstad, A. J.; Díaz, S.; Gessner, M. O. et al. (2002). *Species diversity, functional diversity and ecosystem functioning*. En: M. Loreau, S. Naeem y P. Inchausti (Eds.). *Biodiversity and ecosystem functioning: Syntheses and perspectives* (pp. 195-208). Oxford: Oxford University Press.
- House of Lords' Select Committee on Science and Technology (2008). *Systematics and taxonomy: follow up*. HMSO, London
- Ibarra-Rivas L.R., M. C. Díaz Mejía y S. M. González Ramírez. 2012. *Enseñanza de la ciencia y modos de pensamiento*. *Educ@rnos*, 2 (7):11-34.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). 200). *Catálogo de metadatos geográficos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1: 1000000, Fecha de publicación: 30-10-2008, del metadato 10-12-2008
- The International Convention on Biological Diversity (2003). *Convention on Biological Diversity*. Article 2: Use of Terms. Disponible en: <http://www.biodiv.org/convention/>
- Jiménez, M. P. y Sanmartí, N. (1997). *¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos de la educación secundaria*. En: L. del Carmen (Coord.). *Cuadernos de formación del profesorado*. Educación secundaria (pp. 17-43). Barcelona: ICE/ HORSORI.
- Jones M. G., Howe A., Rua M. J.(2000) *Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists*. *Science Education*, 84(2) 180-192.
- Justi, R. (2006). *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos*. *Investigación Educativa*, 24(2): 173-184.
- Leather, S. R., y Helden, A. J. (2005). *Magic Roundabouts? Teaching conservation in schools and universities*. *Journal of Biological Education*, 39, 102-107.
- Lindemann-Matthies, P. (2002). *The influence of an educational program on childrens perception of biodiversity*. *Journal of Environmental Education*, 33, 22-31.
- Mallet, J. (1996). *The genetics of biological diversity: from varieties to species*. En: K. J. Gaston (Ed.). *Biodiversity: a biology of numbers and difference* (pp. 41-57). Oxford: Oxford University Press.
- Martínez, G. J. (2007). *La farmacopea natural en la salud materno-infantil de los Tobas del Río Bermejito*. En: *Kurtziana*, 33 (1): 39-63.
- Maskall J., Stokes A. (2008) *Designing effective fieldwork for the environmental sciences*. Higher Education Academy Subject 20. *Journal of Scientific Education Technology*, 21:11-21.
- Membiola, P., Nogueiras, E., Suarez, M. (1994). *Preconceptions of students about the natural urban environment in a small Spanish city*. *The Environmentalist*, 14: 131-138.

- Millennium Ecosystem Assessment. (2003) *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for assessment*. Washington, DC: Island Press, 2003. 49-70
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington, DC: World Resources Institute, 2005.82
- Miller, J. R. (2005). *Biodiversity conservation and the extinction of experience*. Trends in Ecology & Evolution, 20 (8): 430-434.
- Molina, B. Z. (2006). *Planeamiento Didáctico: Fundamentos, principios y procedimientos para el desarrollo*. 9na reimpresión de la 1ra Edición. C.R. EUNED. San José, Costa Rica.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (v. 1). Zaragoza: M&T Manuales y Tesis SEA.
- Monroy, M. F. (2009b). *La Práctica Docente: Modelos, Métodos y Estilos de Enseñanza*. En: Monroy, M. F., Contreras G.O. y Desatnik, O. M. 2009. Psicología Educativa. México: UNAM-Facultad de Estudios Superiores Iztacala, p. 263-300. Cap. 10.
- Morin, E. (1996). "El pensamiento ecologizado", en *Gazeta de Antropología*, núm. 12, disponible en: <[http://www.ugr.es/~pwlac/G12\\_01Edgar\\_Morin.html](http://www.ugr.es/~pwlac/G12_01Edgar_Morin.html)> [Consulta: 15 de noviembre de 2013].
- Morin, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Morin, E. (2009). *El método*. El conocimiento del conocimiento. Madrid: Cátedra.
- Muñoz, G. M. 2010. *Conociendo los modelos materiales sobre enlace químico a través de una Unidad didáctica basada en la enseñanza de los modelos y el modelaje científico, para nivel superior*. (Tesis inédita de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (Química)). Facultad de Química, UNAM. México, D. F. 224 p.
- National Commission on Science and Sustainable Forestry (2005). *An assessment of public knowledge, values and attitudes toward biodiversity and sustainable forestry*. Washington D.C.
- National Commission on Science for Sustainable Forestry (2005). *Science, Biodiversity and Sustainable Forestry: A Findings Report of the National Commission on Science for Sustainable Forestry (NCSF)*. Washington, D.C.
- Oyama, K. (2002), "Nuevos paradigmas y fronteras en ecología", en *Revista Ciencias*, núm. 67, pp. 20-31.
- Ornek, F. 2008. *Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science*. International Journal of Environmental & Science Education. 3 (2):35-45.
- Petchey, O. L. y Gaston, K. J. 2006. *Functional diversity: back to basics and looking forward*. En: *Ecology Letters* (9): 741-758.

- Posada, R. (2004). *Formación Superior Basada en Competencias, Interdisciplinariedad y Trabajo Autónomo del Estudiante*. Revista Iberoamericana de Educación: <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>
- Pozo, J. I. M. y Gómez, M. A. C. 1998. *Aprender y enseñar ciencia*. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. España, Ediciones Morata, 331 p.
- Pozo, J. I. (2002). *Teorías cognitivas del aprendizaje*, Madrid, Morata.
- Prokop, P., Prokop M., Tunnicliffe, S. D. (2007): *Is biology boring? Student attitudes toward biology*, Journal of Biological Education, 42:(1) 36-39.
- Pyle, R. M. (1993). *The Thunder Tree: Lessons from an urban wildland*. Boston: Houghton Mifflin
- Quesada, R. C. (2009). *Cómo planear la enseñanza estratégica*. Limusa. México. 232 p.
- Randler, C., Bogner, F. (2002). *Comparing methods of instruction using bird species identification skills as indicators*. Journal of Biological Education, 36:181-188.
- Randler C., Ila A., Kern J. (2005) *Cognitive and emotional evaluation of an amphibian conservation program for elementary school students*. Journal of Environmental Education, 37(1):43–52.
- Randler C. (2008). Teaching Species Identification –A Prerequisite for Learning Biodiversity and understanding Ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2008, 4(3), 223-231
- Rickinson, M. (2001). *Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence*. Environmental Education Research, 7, 207–320.
- Rohde, G. M. (1996). *Epistemología ambiental: uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoiética*. Porto Alegre: EDIPUCRS
- Rozzi, R. (2001), “*Ética Ambiental: raíces y ramas latinoamericanas en fundamentos de conservación biológica*”, en Primack, R. et al. [comp.], *Perspectivas Latinoamericanas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Sarukhán J., Koleff P., Carabias J., Soberón J., Dirzo R., Llorente-Bousquets .J, et al. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009. 100.
- Savater, F. (2000). *El valor de educar*. 2ª. ed. España: Ariel. 101 p.
- Scott G. W., R. Goulder, P. Wheeler, L. J. Scott, M. L. Tobin, S. Marsham. (2012). *The Value of Fieldwork in Life and Environmental Sciences in the Context of Higher Education: A Case Study in Learning about Biodiversity*. Journal of Science Education Technology, 21:11–21. DOI 10.1007/s10956-010-9276-x

- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2003). *Interlinkages between biological diversity and climate change*. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol. Montreal: SCBD (CBD Technical Series no. 10).
- Shepardson, D. P., B. Wee, M. Priddy, J. Harbor (2007). *Students' Mental Models of the Environment*. Journal of Research in Science Teaching 44(2):327–348.
- Stake, Robert. (1999). *Investigación con estudios de casos, Madrid, Morata. 157p.*
- Strgar J. (2007) *Increasing the interest of students in plants*. Journal of Biological Education, 42:19–23
- Simmons, D.A. (1994). *Urban children's preferences for nature: lessons for environmental education*. Children's. Environments, 11:194–203.
- Taraban R., McKenney C., Peffley E., Applegarth A. (2004) *Live specimens more effective than World Wide Web for learning plant material*. Journal of Natural Resources and Life Science Education, 33:106–110
- Torres-Ochoa, S. R., Cuevas-Novoa L. A. (2011). *“Evaluación de adquisición de conocimientos de conceptos de ecología en estudiantes de bachillerato tecnológico en México”*, en Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES), México, issue-unam/Universia, II(3): pp. 130-151, <http://ries.universia.net/index.php/ries/article/view/80> [Consulta: 20 de octubre de 2014].
- Torres Villareal, Concepción (2008) *“La enseñanza de la biología en el nivel medio superior (bachillerato). Tesis Doctorado. Posgrado en ciencias biológicas, facultad de ciencias UNAM.*
- Turner, N. (2001). *“Éticas ambientales y conservación en los extremos de América. Fundamentos de Conservación biológica”*, en Primack, Richard et al. [comp.], *Perspectivas Latinoamericanas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Valbuena L. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis para optar al título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.
- Van Weelie, D., Wals, A. (2002). *Making biodiversity meaningful through environmental education*. International Journal of Science Education, (24):1143-1156.
- Yen, C.F., Yao, T. W., Mintzes, J. J. (2007). *Taiwanese students' alternative conceptions of animal biodiversity*. International Journal of Science Education, 29(4):535–553.
- Zunún, S. B. M. (2014). *El aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica para el tema Meiosis en la Educación Media Superior*. Maestría en Docencia para la Educación Media Superior. UNAM. México.

# Anexos

## **ANEXO 1. Planeación Didáctica**

PLANEACIÓN GENERAL

TEMA: La diversidad de los sistemas vivos. SUBTEMA: Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad.	FECHA:                      SESIONES: 3                      6hrs.
---	--

Propósito de este tema:  
El alumno conocerá y explicara el concepto de biodiversidad y los niveles en los que se manifiesta la biodiversidad para valorar su importancia.

APRENDIZAJES	CONTENIDOS	ESTRATEGIA (SITUACIONES DE APRENDIZAJE) ACTIVIDADES	EVALUACIÓN	MEDIOS EMPLEADOS
<p>Que el alumno:</p> <p>Conceptuales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conozca el concepto de biodiversidad.</li> <li>• Reconozca los niveles en que se manifiesta la biodiversidad.</li> <li>• Re conozca la biodiversidad que hay a su alrededor.</li> </ul> <p>Procedimentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplique los conocimientos adquiridos para realizar ejercicios.</li> <li>• Aplique los conocimientos adquiridos en una práctica de campo.</li> </ul> <p>Actitudinales y valores</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora la necesidad de conservar la biodiversidad.</li> <li>• Colabora en las actividades asignadas de manera individual y con su equipo de trabajo.</li> <li>• Acuerda los criterios establecidos para llevar a cabo las actividades propuestas.</li> <li>• Muestre una actitud flexible, abierta y de respeto frente a opiniones diversas.</li> </ul>	<p>Tema: Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad</p> <p>Concepto de biodiversidad.</p> <p>Niveles en que se manifiesta la biodiversidad.</p> <p>Importancia de la conservación de la biodiversidad.</p>	<p>Apertura</p> <p>1. Cuestionario diagnóstico. (sesión 1, 20 min)</p> <p>1.1. Conocer la afinidad de los alumnos con los insectos.</p> <p>1.2. Que saben los alumnos de Biodiversidad y los insectos.</p> <p>1.3. Conocer la dificultad de trabajar con los insectos.</p> <p>2. Recolección de insectos. (sesión 1, 1 hrs)</p> <p>2.1. Los alumnos llevaran insectos a la clase para observarlos, (los recolectaran previamente).</p> <p>Desarrollo</p> <p>3. Lectura de biodiversidad. (sesión 2, 15 min)</p> <p>3.1. Los alumnos realizaran una lectura sobre el tema de biodiversidad de insectos.</p> <p>4. Resolución de guía de lectura. (sesión 2, 15 hrs)</p> <p>4.1. Los alumnos participarán de manera oral para dar respuesta a los ejercicios.</p> <p>5. Presentación en Power Point (sesión 2, 30 min)</p> <p>5.1. Aclara dudas que surjan con respecto al tema.</p> <p>6.-Proyección de video. :(sesión2, 1 hrs)</p> <p>6.1. Resolución de guía de video. (explicar que es lo que están viendo) Tarea, traer ideas organizadas.</p> <p>Cierre.</p> <p>7. Práctica de campo.(sesión 3, 1 hrs)</p> <p>7.1. Aplicar los conocimientos adquiridos.</p> <p>8. Evaluación de materiales didácticos y práctica de campo (sesión 3, 30 min)</p> <p>8.1. Para evaluar los instrumentos utilizados.</p> <p>9. Cuestionario (el mismo que se aplicó al principio) (sesión 3, 30 min)</p> <p>9.1. Para saber si cambio la opinión de los alumnos.</p>	<p>Diagnóstica</p> <p>Conocimientos previos (cuestionario diagnostico)</p> <p>Recolección de insectos</p> <p>Formativa</p> <p>Lectura</p> <p>Resolución de guías de lectura y video.</p> <p>Mapa conceptual</p> <p>Participación oral de los estudiantes.</p> <p>Trabajo en equipo (práctica de campo).</p> <p>Sumativa</p> <p>Mapa conceptual</p> <p>Cuestionario</p> <p>Portafolio de evidencias que se integrara a lo largo de las sesiones que abarquen el tema.</p>	<p>Documentos impresos.</p> <p>Pizarrón y plumines.</p> <p>Proyector.</p> <p>Computadora.</p> <p>Colección entomológica.</p> <p>Redes entomológicas.</p>

## ANEXO 2. Cuestionario de evaluación de conocimientos previos



Universidad Nacional Autónoma de México  
Colegio de Ciencias y Humanidades  
Plantel Azcapotzalco  
Biología II



Alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Profesora Andrea del Pilar Rivera González

### CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

#### TEMA BIODIVERSIDAD

Te pedimos por favor respondas las siguientes preguntas. Este examen no tiene peso en la calificación, nos servirá para conocer tus conocimientos actuales sobre este tema; sus resultados apoyarán las actividades que realizaremos para lograr que aprendas mejor sobre Biodiversidad. Agradecemos tu participación.

- 1.- ¿Te gustan los insectos? Si, No, porqué
- 2.- ¿Has viajado a un lugar distinto al lugar en donde vives (a la playa, al campo o tal vez otro estado)?
- 3.- ¿Viste insectos en el lugar al que viajaste y los has visto en el lugar dónde vives? ¿Cómo los identificas?
- 4.- Esos insectos ¿Son diferentes a los del lugar donde vives o son parecidos?
- 5.- ¿Sabes cuáles son las características morfológicas con las cuáles puedes distinguir a un insecto de otro?
- 6.- ¿Cuáles insectos reconociste? escribe el nombre común o nombre con el que conoces a dichos insectos
- 7.- ¿Son importantes los insectos? Si, No, explica
- 8.- ¿Conoces algún uso que se les dé a esos insectos?
- 9.- ¿En qué lugares (ambientes) se pueden encontrar los insectos?
- 10.- ¿Crees que los organismos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si o No ¿Por qué?
- 11.- ¿Crees que todos los insectos pertenecientes a una misma especie (por ejemplo catarinas o mariquitas, chapulines, mariposas) son iguales? Si, No, por qué.
- 12.- Para ti ¿Cuál es la importancia de la *biodiversidad*?

13.- ¿Consideras que es importante conservar la biodiversidad? ¿Por qué?

## 9. Estructura del cuestionario y criterios para la evaluación de las respuestas.

Pregunta	Tipo de pregunta	Tema	Respuesta correcta	Conocimiento que evalúa	Como se evalúa la pregunta
1.- ¿Te gustan los insectos? Si, No, porqué.	Abierta	La diversidad de los sistemas vivos	Libre, con base en sus conocimientos previos <a href="http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html">http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html</a> ).	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Análisis de contenido
2.- ¿Has viajado a un lugar distinto al lugar en donde vives (a la playa, al campo o tal vez otro estado)?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	<b>(<a href="http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html">http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html</a>)</b>	Biodiversidad	Análisis de contenido
3.- ¿Viste insectos en el lugar al que viajaste y los has visto en el lugar dónde vives? ¿Cómo los identificas?	Abierta	La diversidad de los sistemas vivos.	Libre, con base en sus conocimientos previos	Evolución y Biodiversidad	Análisis de contenido
4.- Esos insectos ¿Son diferentes a los del lugar donde vives o son parecidos?	Abierta	La diversidad de los sistemas vivos.	Libre, con base en sus conocimientos previos		Análisis de contenido

5.- ¿Sabes cuáles son las características morfológicas con las cuáles puedes distinguir a un insecto de otro?		La diversidad de los sistemas vivos.	Libre, con base en sus conocimientos previos	Evolución y Biodiversidad	Análisis de contenido
6.- ¿Cuáles insectos reconociste? escribe el nombre común o nombre con el que conoces a dichos insectos	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Conocimiento básico de organismos invertebrados	Análisis de contenido
7.- ¿Son importantes los insectos? Si, No, explica	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Conocimiento básico de organismos invertebrados	Análisis de contenido
8.- ¿Conoces algún uso que se les dé a esos insectos?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Conocimiento básico de organismos invertebrados	Análisis de contenido
9.- ¿En qué lugares (ambientes) se pueden encontrar los insectos?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Valores y usos de la Biodiversidad	Análisis de contenido

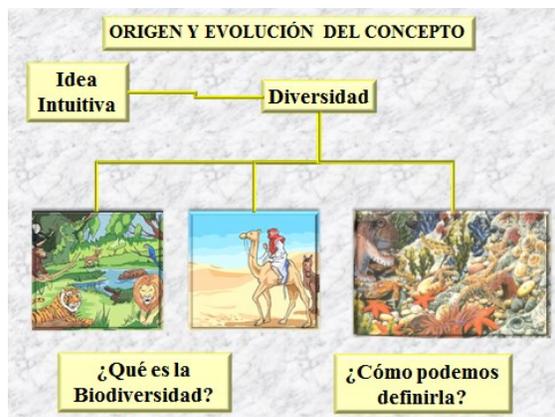
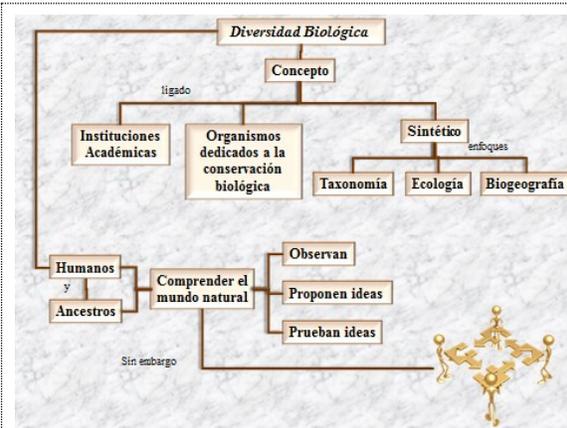
10.- Crees que los organismos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si o No ¿Por qué?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Evolución y Biodiversidad	Análisis de contenido
11.- ¿Crees que todos los insectos pertenecientes a una misma especie (por ejemplo catarinas o mariquitas, chapulines, mariposas) son iguales? Si, No, por qué.	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Evolución y Biodiversidad	Análisis de contenido
12.-Para ti ¿Cuál es la importancia de la <i>biodiversidad</i> ?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Importancia de la Biodiversidad	Análisis de contenido
13.- ¿Consideras que es importante conservar la biodiversidad? ¿Por qué?	Abierta	Concepto, niveles e importancia de la biodiversidad	Libre, con base en sus conocimientos previos	Importancia de la Biodiversidad	Análisis de contenido

--	--	--	--	--	--

# ANEXO 3. APOYO PARA LA INTERVENCIÓN MAGISTRAL.

## Diapositivas tipo power-point.

### Tema Biodiversidad.



### DEFINICIONES

- Biodiversidad proviene de BIO, que significa vida y DIVERSIDAD que significa variedad, diferencia, abundancia de cosas diferentes.
- Es la variedad que existe de todos los seres vivos.
- Biodiversidad es sinónimo de Diversidad Biológica.
- La BIODIVERSIDAD o DIVERSIDAD BIOLÓGICA es: la abundancia de seres diferentes que existen y las infinitas relaciones que se dan entre ellos y su medio.
- Y se expresa en: la variedad de ecosistemas que existen en todo el planeta. La diversidad biológica constituye la base de los servicios y bienes ecológicos, culturales y económicos de la sociedad humana.

**B** La diversidad biológica incluye a todas las especies de plantas, animales y microorganismos, así como a los ecosistemas y procesos ecológicos de los cuales forman parte.

**C** La biodiversidad es la variabilidad genética y taxonómica que presentan los seres vivos, así como la variedad de ecosistemas de los que forman parte en un área o ambiente particular, o en todo el planeta.

**D** El término *biodiversidad* es una contracción de la expresión "diversidad biológica" y fue sugerido por Walter G. Rosen en 1985 durante la primera conferencia del Foro Nacional sobre Biodiversidad, celebrada en Washington, Estados Unidos. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de "vida sobre la Tierra".

Real Academia Española :  
Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

El concepto ha presentado ciertas dificultades para su definición precisa.



Henry Allan Gleason  
(\* 1882- 12 de abril 1975)

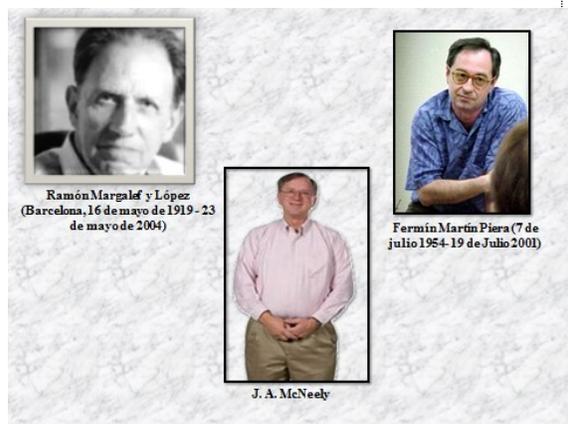


July 1911  
(18-11-1868 en Sainte-Croix  
- 9-5-1944 in Zurich).



Dr. Thomas Eugene  
Lovejoy III

Introduce el término diversidad biológica en la comunidad científica en 1980. Al igual que conservación biológica .

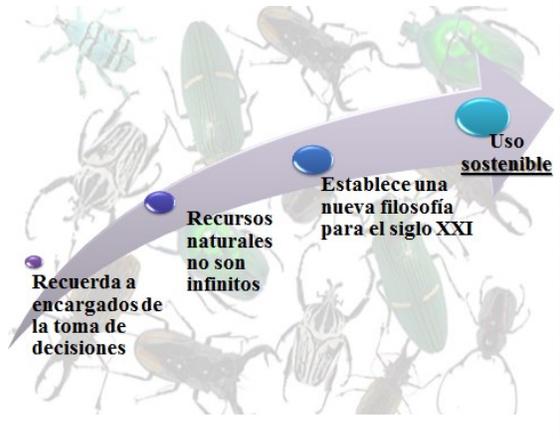
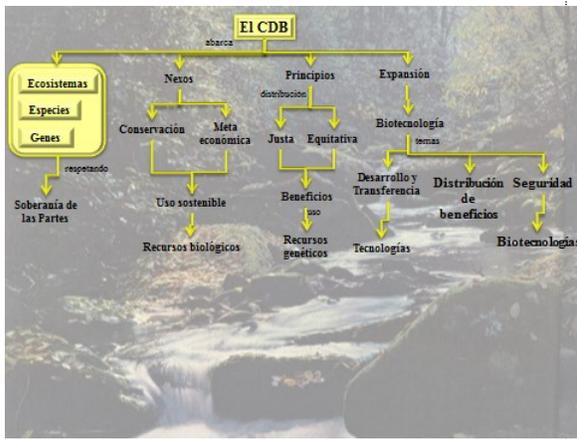


El propio Convenio incluye una definición:

**“Por diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.**

- De que trata este convenio.**
- En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, (“Cumbre de la Tierra”).
  - Se firmaron dos acuerdos jurídicamente vinculantes de gran importancia ambiental:
    - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)
    - *Convenio sobre la Diversidad Biológica* (CDB, primer acuerdo mundial enfocado a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad).
  - Firmaron más de 150 gobiernos.
  - Actualmente 191 países lo han ratificado .

- El CDB tiene tres objetivos principales:
- La conservación de la biodiversidad,
  - El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica, y
  - La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.
- Aborda a la diversidad biológica desde un enfoque integral, al definirla en sus tres dimensiones: genes, ecosistemas y especies.



- Entre los principales temas que se abordan en el Convenio pueden mencionarse:
- ✎ Conservación *in situ* y *ex situ*
  - ✎ Uso sustentable
  - ✎ Acceso a los recursos genéticos y distribución de beneficios.
  - ✎ Acceso a la tecnología y transferencia de tecnología, incluida la biotecnología.
  - ✎ Evaluación de impacto ambiental.
  - ✎ Educación y conciencia pública.
  - ✎ Suministro de recursos financieros.
  - ✎ Presentación de informes nacionales sobre las medidas para poner en práctica los compromisos asumidos en virtud del tratado.
  - ✎ Medidas e incentivos para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.
  - ✎ El concepto de diversidad biológica o biodiversidad contiene tres ideas básicas en su interior: son los llamados componentes de la biodiversidad.

**Diversidad de especies**

Entidades biológicas naturales en las que la característica fundamental es la capacidad de intercambio genético.

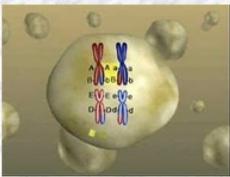






***Diversidad genética***

Variabilidad de genes que las especies contienen en sus poblaciones e individuos, que les hace ser ligeramente diferentes unos de otros permitiéndoles, con ello, evolucionar y, en su caso, adaptarse a los cambios del medio.





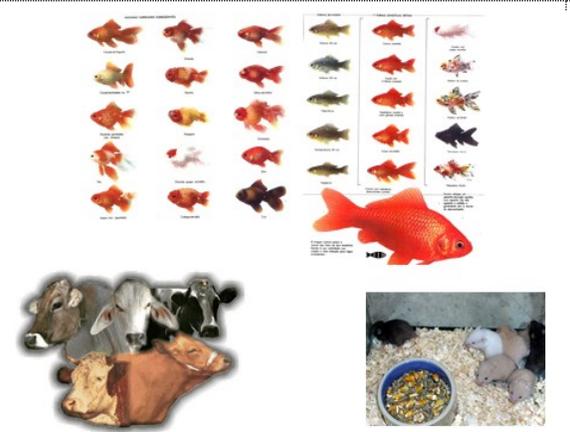






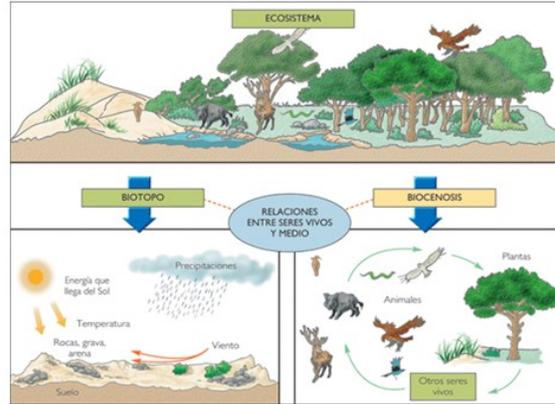




***Diversidad de ecosistemas***

La variedad de sistemas ecológicos diferentes (y estos siempre constituyen un problema por la dificultad de delimitación o definición); los ecosistemas incluyen las biocenosis y sus biotopos, componiéndose sistemas naturales en los que las comunidades de seres vivos son interdependientes y evolucionan conjuntamente con las características abióticas del medio.



**EJERCICIO**

SI ENTENDISTE LA CLASE MENCIONA CINCO EJEMPLOS DE:

**DIVERSIDAD GENÉTICA (DE TU EQUIPO QUE DIFERENCIAS GENÉTICAS ENCUENTRAS)**

**DIVERSIDAD DE ESPECIES (MASCOTAS QUE TENGAN TUS COMPAÑEROS)**

**DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS (DE LUGARES A LOS QUE HAYAN IDO DE VACACIONES TUS COMPAÑEROS MENCIONEN EL AMBIENTE)**

**EN EQUIPO**





Universidad Nacional Autónoma de México  
Colegio de Ciencias y Humanidades  
Biología II

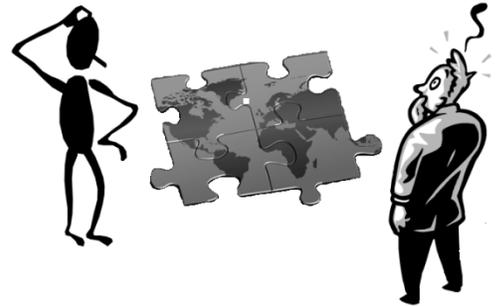


**"EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD"**  
**1ª. PARTE**

Material elaborado por la Profa. Andrea del Pilar Rivera González

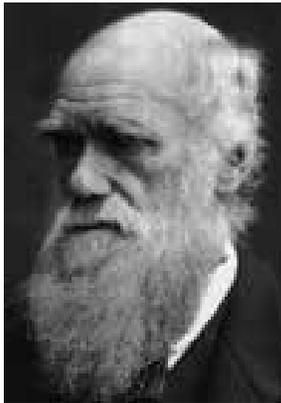
**¿Los organismos que observamos hoy son los mismos que en tiempos pasados?**

Durante un par de millones de años por lo menos, los humanos y sus ancestros inmediatos han intentado comprender el mundo natural. Lo observan, proponen ideas al respecto y las prueban. Sin embargo, a medida que se juntan más pedazos del rompecabezas, el tamaño de éste aumenta. En la actualidad ya hemos comprendido que quizá sea abrumadoramente grande <sup>(1)</sup>.



Tal vez como estudiante decidas alejarte de este reto y limitarte a escuchar lo que otros piensan al respecto. O tal vez decidas desarrollar una comprensión personal del acertijo, o te intereses en las partes que afectan tu propia salud, tu hogar, los alimentos que consumes y a tus futuros hijos, en caso de que decidas reproducirte. Quizá encuentres que las conexiones entre los organismos y tu entorno te resultan fascinantes. Sin importar el enfoque, la Biología (el estudio científico de la vida) puede ayudar a hacer más profunda la perspectiva acerca del mundo que te rodea <sup>(1)</sup>.

## Biodiversidad y evolución



Charles Darwin

Desde el punto de vista de la biología comparada, la biodiversidad es el resultado de un proceso evolutivo que ha durado cientos de millones de años. El mundo de los seres vivos muestra una inmensa diversidad. Muchos millones de distintos tipos de organismos o especies, habitan actualmente la Tierra y varios millones más vivieron en ella en el pasado. Cada especie es singular en algunos de sus rasgos; es decir, en algunos aspectos de su plan de organización, funcionamiento y comportamiento <sup>(2)</sup>. Las teorías de la evolución, en particular la teoría de la evolución por selección natural formulada por Charles Darwin, ayudan a explicar la diversidad de los seres vivos <sup>(1)</sup>.

La biodiversidad que hoy se encuentra en la Tierra es el resultado de cuatro mil millones de años de evolución. Aunque el origen de la vida no se puede datar con precisión, la evidencia sugiere que se inició muy temprano, unos 100 millones de años después de la formación de la Tierra. Hasta hace aproximadamente 600 millones de años, toda la vida consistía en bacterias y microorganismos <sup>(3)</sup>.

La historia de la diversidad biológica durante el Fanerozoico - últimos 540 millones de años- comienza con el rápido crecimiento durante la explosión cámbrica, período durante el que aparecieron por primera vez los organismos multicelulares. Durante los siguientes 400 millones de años la biodiversidad global mostró un relativo avance, pero estuvo marcada por eventos puntuales de extinciones masivas <sup>(3)</sup>.

Eras Geológicas		
Era	Progreso Evolutivo	Edad
Cuaternaria Antropozoica		Edad del Hombre
Terciaria Cenozoica		Edad de los mamíferos.
Secundaria Mesozoica		Edad de los reptiles
Primaria Paleozoica		Edad de los anfibios
Arcaica		Edad de los invertebrados

La biodiversidad aparente que muestran los registros fósiles sugiere que unos pocos millones de años recientes incluyen el período con mayor biodiversidad de la historia de la Tierra. Sin embargo, no todos los científicos sostienen este punto de vista, ya que no es fácil determinar si el abundante registro fósil se debe a una explosión de la biodiversidad, o -simplemente- a la mejor disponibilidad y conservación de los estratos geológicos más recientes <sup>(3)</sup>.

Algunos investigadores como Alroy y otros, proponen que mejorando la toma de muestras, la biodiversidad moderna no difiere demasiado de la de 300 millones de años atrás. Las estimaciones sobre las especies macroscópicas actuales varían de 2 a 100 millones, con un valor lógico estimable en 10 millones de especies, aproximadamente <sup>(3)</sup>.

La mayoría de los biólogos coinciden sin embargo en que el período desde la aparición del hombre forma parte de una nueva extinción masiva, el evento de extinción holocénico, causado especialmente por el impacto que los humanos tienen en el desarrollo del ecosistema. Se calcula que las especies extinguidas por acción de la actividad humana es todavía menor que las observadas durante las extinciones masivas de las eras geológicas anteriores. Sin embargo, muchos opinan que la tasa actual de extinción es suficiente para crear una gran extinción masiva en el término de menos de 100 años. Los que están en desacuerdo con esta hipótesis sostienen que la tasa actual de extinción puede mantenerse por varios miles de años antes que la pérdida de biodiversidad supere el 20% observado en las extinciones masivas del pasado <sup>(3)</sup>.

### **ACTIVIDAD I**

- Lee atentamente el texto, de la información que comprendas responderás el cuestionario de la Actividad II.
- Tienes 5 minutos para realizar la lectura.

### **ACTIVIDAD II**

- Resuelve los siguientes cuestionamientos.
- Tienes 20 minutos para realizar esta actividad.

- 1.- Desde el punto de vista de la biología comparada, ¿la biodiversidad es el resultado de?
- 2.- ¿Qué nos ayuda a explicar la diversidad de los seres vivos?
- 3.- ¿La biodiversidad que hoy se encuentra en la Tierra es el resultado de?
- 4.- ¿En qué período aparecieron por primera vez los organismos multicelulares?
- 5.- ¿Por qué se considera que el evento de extinción holocénica es parte de una nueva extinción masiva?
- 6.- ¿Crees que los organismos que observas hoy a tu alrededor son los mismos que en tiempos pasados? Si o No ¿Por qué?

### **ACTIVIDAD III**

- Comenta con tus compañeros tus respuestas.



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades**  
**Biología II**



**"EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD"**  
**2ª. PARTE**

**Material elaborado por la Profa. Andrea del Pilar Rivera González**

El mundo de la vida está basado en la unidad, ya que todos los organismos se asemejan en sus aspectos fundamentales. Todos los organismos perciben y responden a las condiciones cambiantes de su medio ambiente<sup>2</sup>.

El concepto diversidad biológica surge ligado a instituciones académicas y a organismos dedicados a la conservación biológica; es un concepto sintético que incluye enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía<sup>3</sup>. Pero ¿qué es la Biodiversidad?, ¿cómo podemos definirla?

**Origen y evolución del concepto**

La necesidad de sobrevivir del ser humano lo llevó a interesarse por identificar los elementos vivos de su entorno para poder aprovecharlos y manipularlos<sup>4</sup>. Las primeras clasificaciones fueron realizadas de manera empírica y se establecieron con criterios de tipo extrínseco, basados en la experiencia y en la apreciación de los sentidos; por ejemplo: clasificaron a las plantas en comestibles y no comestibles; útiles y esenciales<sup>5</sup>.

Aristóteles (384 - 322 A.C.)- Primero en clasificar a las plantas y animales de manera científica; se dio a la tarea de clasificar unas 500 especies de peces, entre otros animales; empleaba principalmente dicotomías. Dividió a los organismos en dos grupos: *animal* y *vegetal* y al primer grupo como animales con sangre y animales sin sangre. Introdujo el término *especie* definiéndolo como "*formas similares de vida*

<sup>2</sup> Starr, Cecie y Ralph Taggart. 2004. Biología: la unidad y diversidad de la vida. 10ª edición. Thomson. Pg 3 y272.

<sup>3</sup> SEMARNAP, Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1995 - 1996.

<sup>4</sup> Cervantes, Marta y Hernández Margarita. 2005. Biología general. Publicaciones cultural, pag. 478

<sup>5</sup> <http://www.monografias.com/trabajos11/biolreco/biolreco.shtml>, consultada el 19 de mayo de 2009.

Teofrasto (37.2 - 287 A.C.)- Discípulo de Aristóteles, clasificó a las plantas en: árboles, arbustos y hierbas. Una de las obras más importantes de Teofrasto fue su famoso libro *Sistema Naturae*.

Dioscórides (40 - 90 D.C.)- Clasificó a las plantas de acuerdo a su utilidad en: alimenticias, venenosas y medicinales y a los animales en salvajes o domésticos y en acuáticos o terrestres.

Plinio "El Viejo" (23 - 79 D.C.)- Clasificó a los seres vivos, en especial a los animales, en los de agua, tierra, aire, en sus descripciones utilizó animales de leyendas como dragones, sirenas, etc.

Edad Media: En esta época se publicaron los libros de bestias donde contenían gran cantidad de información errónea sobre animales.

San Agustín en el Siglo IV realizó una clasificación de los organismos y los separó en útiles, peligrosos y superfluos.

John Ray (1627 - 1705), naturalista inglés, a veces llamado el padre de la historia natural británica, dividió a las plantas en hierbas y árboles; a las hierbas las dividió en: con flores y sin flores y las que tenían flores en: monocotiledóneas y dicotiledóneas<sup>(4)</sup>.

Karl Von Linné (Carlos Lineo 1707 - 1778), físico químico que publicó un libro llamado "Sistemas Naturales" en donde agrupa a las plantas de acuerdo a la disposición de los órganos sexuales. Estableció lo que se conoce como Nomenclatura binomial o binaria en donde se establece el nombre científico para cada especie, ejemplo Canis familiaris (perro), este es el llamado sistema Lineano<sup>(4)</sup>.

La misión principal de los zoólogos y botánicos del siglo XVIII y principios del siglo XIX fue descubrir y describir especies nuevas con objeto de conocer su número y su distribución geográfica. Se trata de una aproximación a la biodiversidad. La situación cambio notablemente tras la formulación de la teoría darwinista sobre el origen y la evolución de las especies. Los biólogos pasaron entonces a interesarse por la variación de la biodiversidad en el tiempo, las extinciones, las relaciones de parentesco evolutivo entre las especies y la evolución, es decir, los aspectos dinámicos de la biodiversidad. Esta tendencia se acentuó todavía más a lo largo del siglo XX<sup>6</sup>.

Cuando, con los primeros compases dados por las discusiones internacionales para alcanzar un acuerdo mundial sobre desarrollo sostenible y medio ambiente, se empezó

---

<sup>6</sup> Cardona, Luis. 2007. Biodiversidad. Editorial Océano. pp 208

a utilizar el término biodiversidad, fue preciso hacer un importante esfuerzo por clarificar lo que se quería expresar con él. Hoy día, la existencia del Convenio sobre la Diversidad Biológica (o biodiversidad) hace especialmente importante que esta palabra sea correctamente utilizada para que no se devalúe su contenido o se reduzca su riqueza de concepto, que abarca el conjunto de la variedad de formas vivas sobre el planeta<sup>7</sup>, este convenio fue ratificado por la Unión Europea (UE) en 1993.

De las múltiples definiciones especializadas sobre biodiversidad, se pueden mencionar las siguientes:

- a) Biodiversidad proviene de BIO, que significa vida y DIVERSIDAD que significa variedad, diferencia, abundancia de cosas diferentes. Por lo tanto la BIODIVERSIDAD es la variedad que existe de todos los seres vivos: microorganismos, plantas, animales y seres humanos. Biodiversidad es sinónimo de Diversidad Biológica. La BIODIVERSIDAD o DIVERSIDAD BIOLÓGICA es: la abundancia de seres diferentes que existen y las infinitas relaciones que se dan entre ellos y su medio. Y la biodiversidad se expresa en: la variedad de ecosistemas que existen en todo el planeta. La diversidad biológica constituye la base de los servicios y bienes ecológicos, culturales y económicos de la sociedad humana<sup>8</sup>.
- b) La diversidad biológica incluye a todas las especies de plantas, animales y microorganismos, así como a los ecosistemas y procesos ecológicos de los cuales forman parte <sup>(2)</sup>.
- c) La biodiversidad es la variabilidad genética y taxonómica que presentan los seres vivos, así como la variedad de ecosistemas de los que forman parte en un área o ambiente particular, o en todo el planeta <sup>(2)</sup>.

d) El término *biodiversidad* es una contracción de la expresión "diversidad biológica" y fue sugerido por Walter G. Rosen en 1985 durante la primera conferencia del Foro Nacional sobre Biodiversidad, celebrada en Washington, Estados Unidos. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de "vida sobre la Tierra".

Según la Real Academia Española, el término **biodiversidad** define la "Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente".

---

<sup>7</sup> <http://platea.pntic.mec.es/~jpascual/vida/conservadb/ochopreg.pdf>, artículo 8 preguntas para una situación desesperada. Consultada el 3 de mayo de 2009.

<sup>8</sup> <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpZyFuklAVsbzOfVpW.php>, consultada el 10 de mayo de 2009.

Sin embargo el concepto ha presentado ciertas dificultades para su definición precisa. A mediados del siglo XX, el interés científico creciente permitió el desarrollo del concepto para describir la complejidad y organización<sup>9</sup>.

Así, para Hurlbert (1971) la diversidad es un 'non-concept'. Otros en cambio, algo más moderados, aducen que al menos, no es fácil definirla. Ello se debe a que la diversidad engloba dos componentes: variedad y abundancia relativa de especies. Hasta que en 1980, Thomas Lovejoy propuso la expresión *diversidad biológica*<sup>10</sup>.

Fueron Norse y colaboradores (1986) quienes primero generalizaron el término Biodiversidad a tres niveles: *diversidad genética* dentro de cada especie, *diversidad de especies* (riqueza ó número de especies) y *diversidad ecológica* (comunidades). Pero la auténtica explosión del término, aconteció dos años más tarde cuando Wilson (1988) se refirió a la Biodiversidad como el patrimonio o riqueza biótica singular e irreplicable de cada lugar, región ó continente y, en última instancia, de toda la humanidad<sup>(9)</sup>.

Una de las definiciones más ampliamente difundidas es la de McNeely *et al.* (1990). Según este autor la Biodiversidad es un paraguas conceptual que engloba la variedad de la Naturaleza, incluyendo el número y frecuencia de ecosistemas, especies y genes representados por un conjunto de organismos<sup>(9)</sup>.

Fermín Martín Piera menciona que: *La diversidad biológica es el resultado más genuino del proceso evolutivo, que se manifiesta a todos los niveles jerárquicos de la vida: de las moléculas a los ecosistemas, pasando por los genes, las células, los individuos, las poblaciones y las comunidades. Descendencia con variación, mutación y selección son, las causas que determinan la cantidad de seres vivos que existen en un tiempo y espacio determinados*<sup>(9)</sup>.

El concepto de biodiversidad, forjado por los científicos, se mudó rápidamente en un problema de medio ambiente global. Las implicaciones políticas, económicas y sociales eran de tal magnitud que se preparó urgentemente una Convención internacional<sup>11</sup>.

## **El Convenio sobre la Diversidad Biológica**

La *Cumbre de la Tierra* celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992 reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad

---

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Diversidad\\_biol%C3%B3gica](http://es.wikipedia.org/wiki/Diversidad_biol%C3%B3gica), consultada el 9 de mayo de 2009.

<sup>10</sup> <http://entomologia.rediris.es/ aracnet/num2/biodiv/#1>, consultada el 3 de mayo de 2009

<sup>11</sup> Mundo Científico, Especial Biodiversidad, num. 216, octubre 2000.

con el progreso humano según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad promulgados en el *Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica* que fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1972, fecha posteriormente declarada por la Asamblea General de la ONU como "Día internacional de la biodiversidad".

El propio Convenio incluye una definición de este término: "Por diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas". Aunque no puede decirse que la definición aportada por el Convenio sea demasiado elegante, sí recoge la amplitud de sentido del concepto de diversidad biológica <sup>(6)</sup>.

El concepto de diversidad biológica o biodiversidad contiene tres ideas básicas en su interior: son los llamados componentes de la biodiversidad.

El primero es la *diversidad de ecosistemas*, es decir, la variedad de sistemas ecológicos diferentes (y estos siempre constituyen un problema por la dificultad de delimitación o definición); los ecosistemas incluyen las biocenosis y sus biotopos, componiéndose sistemas naturales en los que las comunidades de seres vivos son interdependientes y evolucionan conjuntamente con las características abióticas del medio.

El segundo es la *diversidad de especies*, entidades biológicas naturales en las que la característica fundamental es la capacidad de intercambio genético.

El tercero es la *diversidad genética*, la variabilidad de genes que las especies contienen en sus poblaciones e individuos, que les hace ser ligeramente diferentes unos de otros permitiéndoles, con ello, evolucionar y, en su caso, adaptarse a los cambios del medio.

Puede afirmarse con absoluta seguridad que los tres tipos de diversidad biológica están tan sumamente entrelazados que del mantenimiento de los tres depende, conjuntamente, la vida global en la Tierra. Dicho de otra forma: los tres niveles o componentes de la biodiversidad son, simplemente, tres formas complementarias de ver la variedad de la vida sobre el planeta <sup>(6)</sup>.

### **ACTIVIDAD I**

- Lee el texto.

### **ACTIVIDAD II**

- Subraya las palabras que no entiendas
- Busca en el diccionario el significado de las palabras que subrayaste y elabora un glosario ilustrado

### **ACTIVIDAD III**

- Realiza una línea de tiempo de cómo surgió el concepto de Biodiversidad.
- Al final de la línea de tiempo pon tu definición de Biodiversidad.

# "EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD"

## 3ª. PARTE

Material elaborado por la Profa. Andrea del Pilar Rivera González

### LOS INSECTOS Y LA BIODIVERSIDAD

A lo largo de toda la historia registrada, los insectos han sido a la vez el deleite y la desesperación del género humano, ningún otro grupo de seres vivientes tiene tal variedad de forma, color función y hábitat y aunque a menudo se les denomina habitualmente "bichos", "sabandijas", etc. a muchas personas les gustan los insectos<sup>12</sup>. Pese a que otros animales son más carismáticos —las aves y los mamíferos están entre los más atractivos— la enorme diversidad de insectos los hace el grupo predilecto de muchos naturalistas, profesionales y aficionados. ¿Qué es lo que motivará esta vocación temprana por estudiarlos? ¿Quién sabe? Hay muchos insectos que ya han sido descritos por la ciencia. Del 1,800,000 especies de seres vivos que se conocen, se estima que un 57% corresponde a los insectos. Comparados con otros grupos, conocemos tres especies de insectos por cada especie de plantas o 188 por cada especie de mamíferos.<sup>13</sup>

Los insectos tienen una larga historia biológica, son los animales que mayor tiempo han vivido en nuestro planeta. Según los entomólogos —que son los científicos que se dedican a estudiarlos—, ellos aparecieron hace aproximadamente 300 millones de años sobre la superficie de la Tierra, ya que los fósiles más antiguos se conocen desde antes del Carbonífero, y fueron los primeros seres capaces de volar<sup>2,14</sup>. Nuestros conocimientos sobre los insectos prehistóricos provienen de los fósiles (es decir de los insectos que se han conservado durante millones de años). Para que un insecto se convirtiera en fósil pudieron haber ocurrido dos fenómenos: 1) conservarse en **ámbar**, que es una resina fosilizada (convertida en roca) donde quedaron atrapados algunos insectos o bien 2) haber quedado atrapados en el lodo, que al paso del tiempo se convirtió en piedra, dejando una **impresión** como si fuera una "fotografía" que nos permite conocerlos con gran detalle.<sup>3</sup>

Los científicos han decidido reunir a los insectos en una serie de grupos que tienen características comunes. Mencionaremos algunos ejemplos.<sup>3</sup>

**Escarabajos:** se incluyen especies de las más exitosas de la Tierra, no sólo son de los insectos más antiguos sino de los más numerosos. Se alimentan de plantas, hongos, otros insectos y animales muertos, habitan en casi todos los climas y se han adaptado a su medio.

---

<sup>12</sup> Chenery, Michael. 1977. Guía de campo de los insectos de España y de Europa. Edit. Omega. España. Pag. 15

<sup>13</sup> Marquez, Juan. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. No. 37 (385-408).

<sup>14</sup> Miranda, Oscar. 2001. El mundo de los insectos. Edit. Selector. México. Pag. 10

**Abejas:** son de los insectos más populares y conocidos, su miel ha endulzado la vida de muchas generaciones de seres humanos, juegan un papel muy importante en la naturaleza ya que polinizan las flores y, gracias a ello, permiten que las plantas se reproduzcan.

**Hormigas:** la mayoría de estos insectos no tienen alas (aunque si existen algunas especies de "hormigas voladoras"), viven en "sociedades"; su alimentación es muy variada, se alimentan de hojas, frutos, de otros insectos y de los cadáveres de animales mucho más grandes que ellas.

Los insectos constituyen los componentes más numerosos de los ecosistemas terrestres, tanto en número de especies como de individuos<sup>2</sup>; la adaptabilidad de los insectos parece casi ilimitada, existen pocos lugares sobre la Tierra en los que no vivan insectos: cimas montañosas, desiertos tórridos, lagos, ríos e, incluso, manantiales de aguas calientes tienen sus insectos habitantes<sup>1</sup>. También los podemos encontrar en los boques, en las selvas y en las ciudades<sup>3</sup>. Mencionaremos algunos hábitats en los que podemos encontrar a los insectos.

**SELVA.** Los insectos que viven en las selvas son los más espectaculares, ellos tienen los colores más brillantes y son los más grandes del planeta. En la selva habitan los escarabajos con cuernos, las mariposas con mayor colorido y un sinnúmero de pequeños bichos que se desarrollan gracias a un ambiente que les ofrece una excelente temperatura y muy abundante comida. En la selva podemos encontrar insectos en las copas de los árboles (en algunos lugares los árboles llegan a medir hasta 80 metros) por ejemplo encontramos mariposas, cigarras y escarabajos; en las ramas medias podemos encontrar escarabajos y los llamados "insectos palo" además de mariposas; y en el suelo podemos hallar hormigas, escarabajos, grillos, etc.

**BOSQUE.** Es el segundo ecosistema preferido de los insectos, pues en ellos se concentran una buena parte de sus especies. En los bosques existen marcadas diferencias en el clima durante las estaciones del año. Por esta razón, los insectos del bosque no son tan activos como los de la jungla. Podemos encontrar abejas y avispas que construyen sus nidos en las copas de los árboles y las ramas medias para alejarlos de los depredadores, encontramos mariposas que tienen colores menos brillantes- a comparación con las de la selva- , en los troncos podemos encontrar escarabajos y en el suelo hormigas.

**CIUDADES.** La mayor parte de las personas piensan que las ciudades son el peor sitio para que la fauna crezca y se desarrolle. Esto puede ser cierto en el caso de muchísimos animales, pero no lo es con los insectos, pues ellos se han convertido en ciudadanos de todas las urbes de nuestro planeta.

Las razones que permiten la presencia de millones de insectos en las ciudades son muy curiosas: en estos espacios los hombres generamos mucha basura que es como un manjar para las moscas, las cucarachas y los escarabajos; asimismo, en ellas existen jardines y árboles que, al igual que en el bosque, ofrecen la posibilidad de casa y alimento a muchas especies de insectos. Por si lo anterior fuera poco, en las ciudades los hombres

acumulamos inmensas cantidades de alimentos, mismas que no pueden ser desperdiciadas por los hambrientos insectos. También podemos encontrar mosquitos, abejas, mariposas, avispas, entre otros.

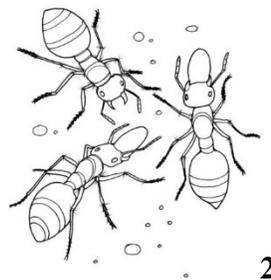
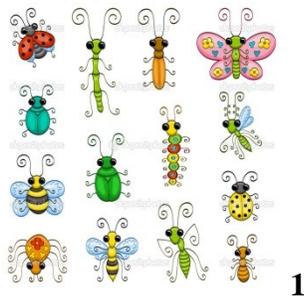
**DESIERTO.** Los desiertos parecen ser los peores lugares para la vida: el terrible calor, la falta de agua y la ausencia de una amplia vida vegetal son causas que no podemos ignorar. Sin embargo, y a pesar de la desolada imagen que nos ofrece este ecosistema, los insectos han encontrado en sus arenas y en los sitios poblados por plantas espinosas un buen lugar para vivir. Podemos encontrar al llamado escarabajo tigre que se entierra en la arena mientras espera a su presa y sale de s escondite para cazarla; otros insectos que podemos hallar son chapulines, mariposas, hormigas y más.

**CUERPOS DE AGUA.** En los lagos, lagunas, ríos, arroyos, etc., podemos encontrar insectos también. Los insectos que podemos encontrar son libélulas, efímeras, mosquitos, moscas, chinches acuáticas hasta escarabajos.

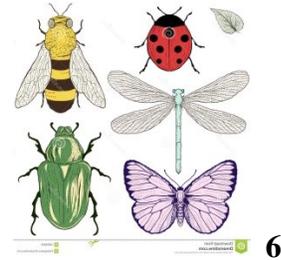
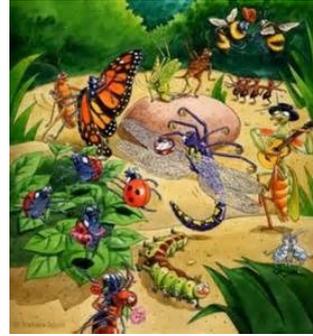
Los insectos juegan muchos papeles importantes en la economía de la naturaleza. Ayudan a las bacterias, a los hongos y a otros organismos en la descomposición de la materia orgánica y en la formación de humus<sup>15</sup>. Son fundamentales para la polinización de muchas especies vegetales y para el control de plagas y malezas; y son una fuente alimenticia para otros animales (e incluso para el hombre). Muchas especies poseen valor industrial (por ejemplo, las cochinillas que producen carmín), medicinal, forense y artístico, además de ser útiles para la investigación científica y la enseñanza (por ejemplo, la mosca *Drosophila melanogaster*). Por otra parte, algunas especies se emplean para determinar la calidad de los ecosistemas. La bioética es otro aspecto que deberíamos considerar, ya que las demás especies con las que compartimos el planeta también tienen derecho a la supervivencia<sup>2</sup>.

**Actividad I**

\* De los siguientes esquemas indica cual pertenece al nivel genético, nivel de especies y nivel ecológico de biodiversidad. (Ejercicio ).



<sup>15</sup> Murray, Guillermo. 2002. Mundo insecto. Edit Quarzo. México. Pag. 21



### Actividad II

\* De los esquemas que se muestran en las últimas páginas, coloréalos e indica a cual nivel de biodiversidad pertenece cada uno (nivel genético, nivel de especies o nivel ecológico). (Ejercicio).

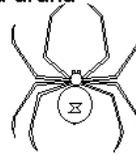
### Actividad III

\* Realiza la lectura y subraya las palabras que no entiendas o que consideres importantes para realizar un glosario ilustrado de mínimo 10 palabras, debes poner la definición o significado y una figura que ilustre dicha definición, además debes poner la referencia (s) que utilizaste. (Tarea).

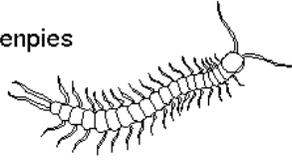
el saltamontes



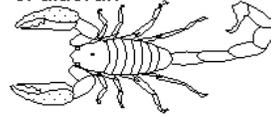
la araña



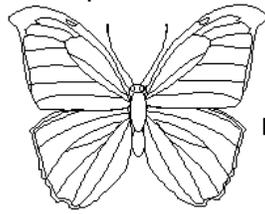
el cienpies



el alacrán



la mariposa



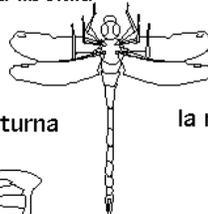
la hormiga



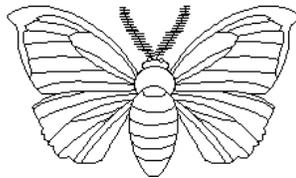
la mosca



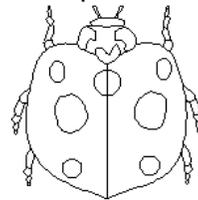
la libélula

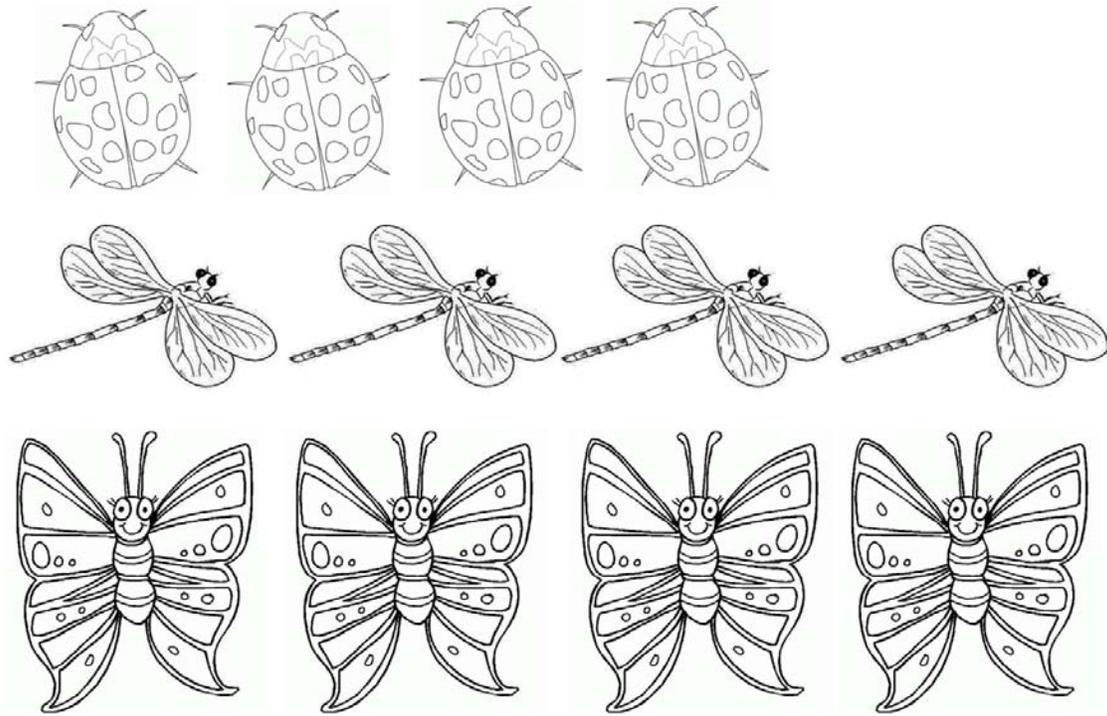


la polilla, la mariposa nocturna



la mariquita





3

## ANEXO 5. Práctica de Campo. Biodiversidad de Insectos en el CCH Azcapotzalco



Universidad Nacional Autónoma de México  
Colegio de Ciencias y Humanidades  
Plantel Azcapotzalco  
Biología II



PRACTICA DE CAMPO

“¿CUANTA BIODIVERSIDAD RECONOZCO?”

Alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Profesora Andrea del Pilar Rivera González

### INTRODUCCIÓN

Aunque mucha gente usa la palabra biodiversidad, son relativamente pocos los que realmente pueden dar una definición formal de ella. Etimológicamente, la palabra viene de la raíz griega, *bios*, y la voz latina, *diversitās-diversitātem*, que significan respectivamente, *vida* y *diversidad*. (Acuña-Mesén, 2003 ).

Hay varias definiciones de biodiversidad (o diversidad biológica). Sin embargo, todas concuerdan en que este concepto es algo más que el simple número de especies. La biodiversidad es la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región. Por diversidad de genes se entiende la variabilidad de los genes entre los individuos de una misma población o de diferentes poblaciones de una misma especie (por ejemplo las variedades de arroz). La diversidad de genes es un recurso precioso, puesto que representa el potencial de una especie para adaptarse a nuevas condiciones, incluyendo la capacidad de sobrevivir a diferentes tipos de cambios y perturbaciones en su ambiente. La diversidad de especies, por ser quizás el parámetro más fácil de medir, es el indicador que más se usa para describir la diversidad biológica de una región. La diversidad de ecosistemas es todavía más difícil de medir que la diversidad de especies, puesto que los límites entre diferentes ecosistemas son raramente definibles de una manera irrefutable. Sin embargo, siempre y cuando se utilicen criterios consistentes para definir los ecosistemas, es posible comparar la diversidad de ecosistemas de una región a otra. Por último, cabe destacar que la diversidad biológica no es simplemente la suma de sus componentes taxonómicos o composición. Los atributos funcionales y estructurales de la vida son igualmente parte de la diversidad biológica: los atributos funcionales son procesos tales como el flujo de genes y el reciclaje de materia y energía, mientras que los aspectos estructurales son características tales como la distribución en el espacio de los árboles de diferentes tamaños (Pedroni y Morera, 2002).

De las 300 000 a 350 000 especies de insectos y arácnidos en general para México, cerca del 95% corresponden a insectos. Los insectos comprenden 34 grandes grupos (órdenes), mucho de ellos poco conocidos por la mayoría de las personas. En general se está familiarizado con la existencia de escarabajos, abejas y avispas, moscas, mosquitos y mariposas, los cuales son sin duda, los grupos más importantes y los más ricos en especies; mientras que de los otros 29 órdenes, muchos no tienen ni nombre común en español.

Estudiar la biodiversidad, además del valor intrínseco de describirla, conocerla, medirla y comprenderla, adquiere así valores comerciales, éticos y en muchos casos estéticos. Es importante tener al menos una idea general de la biodiversidad de las especies en el planeta Tierra y del tamaño

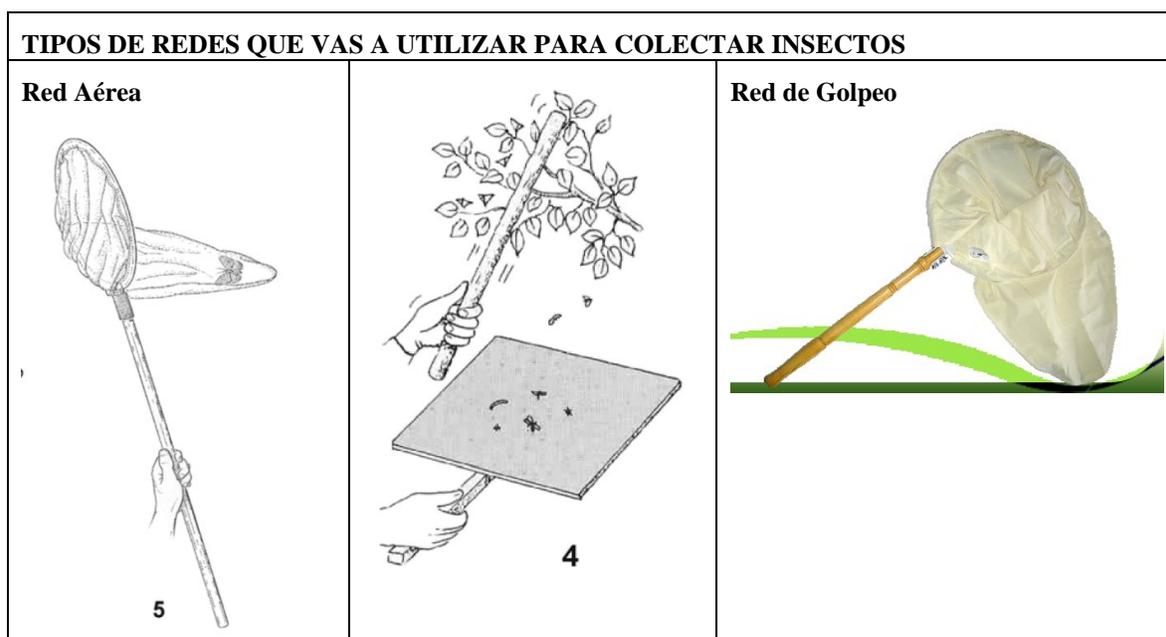
relativo de algunos grupos. Sin embargo, conviene aclarar que los datos numéricos al respecto son solo aproximaciones y que estos están variando constantemente. (Acuña-Mesén, op. cit.).

### OBJETIVOS

- El alumno recolectará y observará los insectos del CCH Azcapotzalco.
- El alumno observará y comparará los organismos recolectados.
- El alumno reconocerá los tres niveles en los que se estudia la biodiversidad en los organismos recolectados.

### MATERIALES

- Redes entomológicas (red de golpeo, red aérea, red Bignel)



### METODOLOGIA.

- Cada equipo tendrá tres redes entomológicas diferentes.
- Con la red de golpeo barrerán la vegetación baja (pastos), posteriormente revisarán el contenido y observaran los insectos recolectados.
- Con la red Bignel golpearán la vegetación (arbustos, ramas de los árboles), posteriormente revisarán el contenido y observaran los insectos recolectados.
- Con la red aérea intentarán atrapar mariposas, una vez atrapadas, se observarán.
- En cada situación el alumno tendrá que determinar el nivel de biodiversidad que está observando (genético, especies o ecosistema)

### RESULTADOS

En clase comentarás en el grupo la experiencia obtenida con esta práctica.

### **Referencias bibliográficas**

Acuña-Mesén, Rafael. 2003. La biodiversidad. Editorial de la universidad de Costa Rica. Costa Rica  
<http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/30%20Insectos.pdf>

Pedroni, Lucio y Morera Marisol. 2002. Biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centroamérica. Editorial CATIE.

## 5.1 Material de apoyo para la identificación de insectos.



4C

### ¿RECONOCES UN INSECTO CUANDO LO VES?



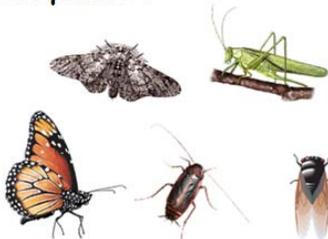
M EN D. ANDREA DEL PILAR RIVERA GONZÁLEZ

Los insectos son los animales que mayor tiempo han vivido en nuestro planeta.



Son los únicos animales en la Tierra que poseen seis patas y muchos de ellos tienen una habilidad para volar que supera a muchos organismos del reino animal

El exterior de los insectos lo forma su esqueleto, por eso se dice que ellos tienen "exoesqueleto".



Muchos insectos son muy pequeños.

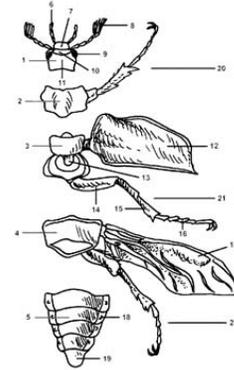


Algunos insectos son muy grandes.

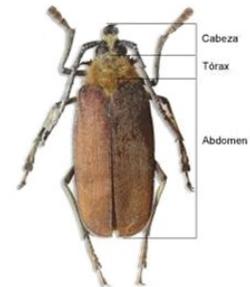
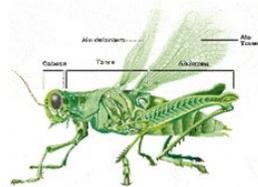
Están emparentados con los arácnidos, los crustáceos, miriápodos y formas primitivas como los trilobites.



¿Sabes cuales son las características físicas de los insectos?



Un insecto tiene seis patas, un par de antenas, alas y un cuerpo con tres partes.



Los podemos encontrar en todos los ecosistemas.



Por lo tanto los podemos encontrar en todas partes.



## ESQUEMAS SOBRE LA ESTRUCTURA GENERAL DE LOS INSECTOS

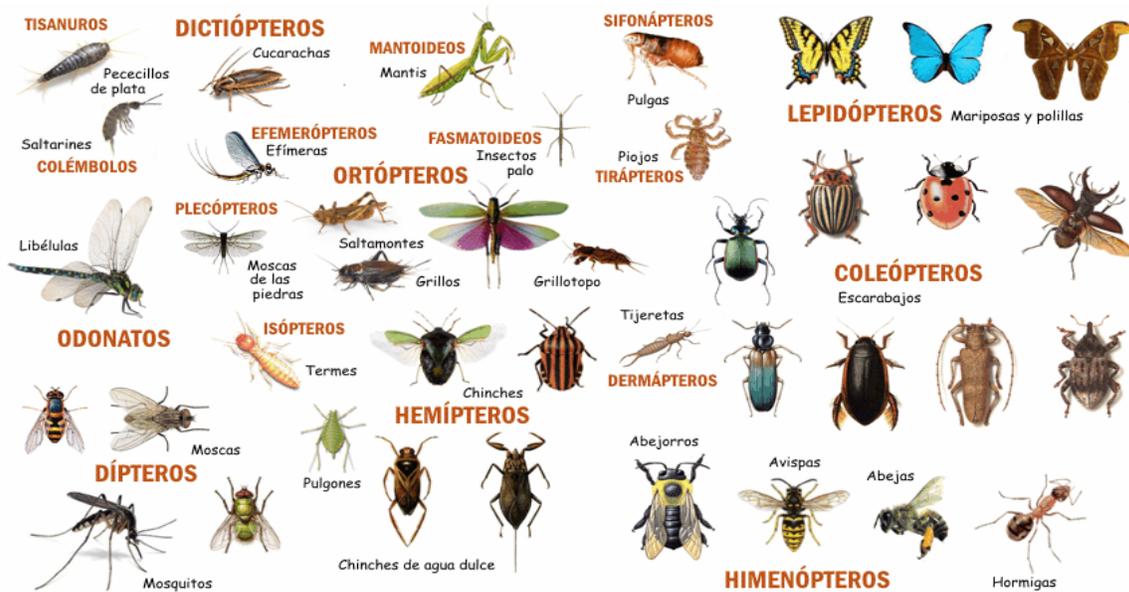


Fig. 1. Grupos más comunes de insectos

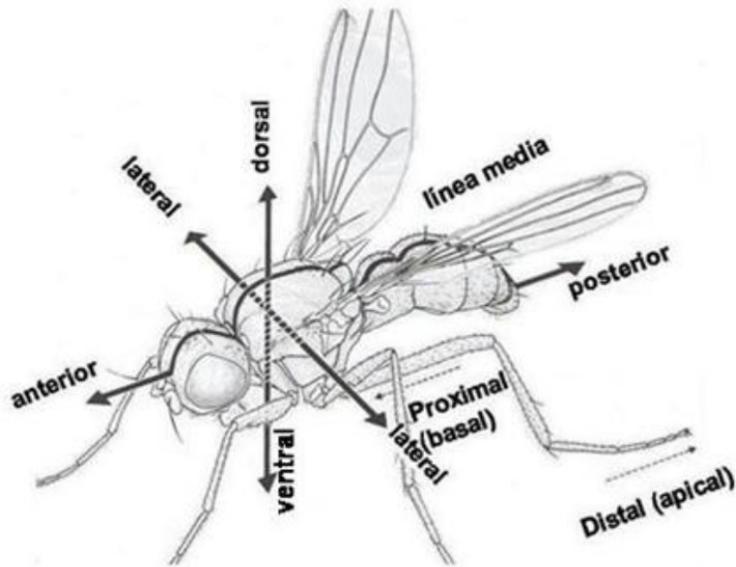
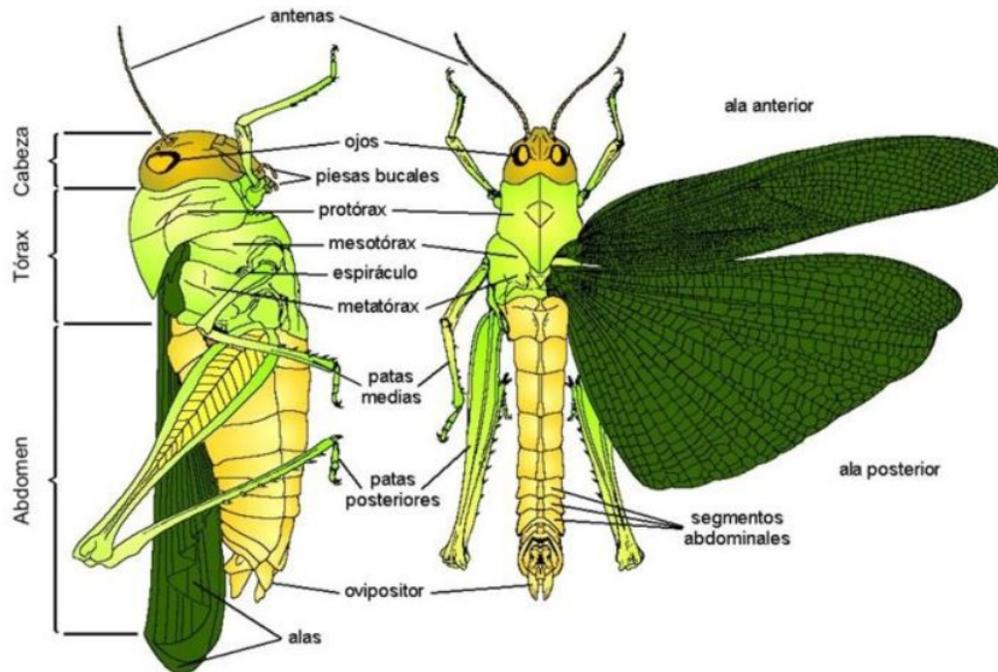


Fig. 2. Ejes principales del cuerpo de un insecto y algunas relaciones entre las partes de los apéndices y el cuerpo.

Regiones del cuerpo



**Fig. 3. Rasgos generales del cuerpo de un insecto mostrando la tagmosis y las principales características morfológicas. (Tomado de Gullan y Cranston, 2005).**

### **Bibliografía**

**Gullan, P. J.; P. S. Cranston. 2005. *The Insects, an outline of Entomology*. Blackwell Publishing, UK.**

**Triplehorn, C. A; N. F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. 864 pp.**

Las imágenes tomadas de Google, son usadas exclusivamente para fines didácticos.